

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 244589 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **438954**

(22) Data zgłoszenia: **2021.09.16**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.03.20 BUP 12/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.02.12 WUP 07/2024**

(51) MKP:

G01C 9/10 (2006.01)

G01C 9/06 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA WARSZAWSKA, Warszawa, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:
MICHAŁ WŁADZIŃSKI, Warszawa, PL
ANNA JODKO-WŁADZIŃSKA, Warszawa, PL
SERGIUSZ ŁUCZAK, Czarny Las, PL
MACIEJ ZAMS, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Oliwia Czarnocka, Warszawa, PL

(54) Tytuł:

Dyskretny dwudziestościenny czujnik odchylenia od pionu

PL 244589 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest dyskretny dwudziestościenny stykowy czujnik odchylenia od pionu.

Z punktu widzenia prostoty przetwarzania sygnałów wyjściowych tego typu czujników, najkorzystniejsze rozwiązanie, w przypadku, gdy zakres pomiarowy czujnika obejmuje pełny kąt bryłowy, to podział tego zakresu na określoną liczbę takich samych podzakresów kątowych. Najprostsze rozwiązanie, to podział zakresu pomiarowego na 2 podzakresy polegające na rozróżnianiu jedynie orientacji pionowej i orientacji odchylonej od pionu. Na tej zasadzie działa wiele czujników dostępnych komercyjnie.

Przedmiotem polskiego zgłoszenia patentowego nr P.426301 jest czujnik odchylenia od pionu mający korpus w kształcie graniastosłupa foremnego i zaopatrzony w ruchomy kulisty element, wykonany z materiału przewodzącego prąd elektryczny umieszczony wewnątrz korpusu w przestrzeni ograniczonej przez zestaw elektrod, które mogą tworzyć układ ścian sześciianu. Umożliwia to podział pełnego kąta bryłowego na osiem równomiernych podzakresów (odpowiadających liczbie wierzchołków sześciianu).

Przedmiotem polskiego zgłoszenia patentowego nr P.428511 jest czujnik odchylenia od pionu mający walcowy korpus i zaopatrzony w ruchomy kulisty element, wykonany z materiału przewodzącego prąd elektryczny umieszczony wewnątrz korpusu w przestrzeni ograniczonej przez zestaw elektrod, tworzących układ ścian dwunastościanu foremnego. Takie rozwiązanie pozwala dobrze oznaczyć kierunek odchylenia od pionu (na zasadzie podziału pełnego kąta bryłowego na 20 równych podzakresów, odpowiadających liczbie wierzchołków dwunastościanu) za pomocą sposobu określania odchylenia od pionu ujawnionego w tym zgłoszeniu. Jednak ze względu na rezystancyjną zasadę detekcji odchylenia od pionu niemożliwa jest miniaturyzacja wymiarów gabarytowych czujnika, spowodowana koniecznością uzyskania odpowiednio dużych nacisków ruchomego elementu na elektrody czujnika, wynikających z masy, a zatem i wymiarów ruchomego elementu.

Istnieje także wiele rozwiązań czujników odchylenia od pionu, które dzielą zakres pomiarowy na określoną liczbę podzakresów, jednak nie takich samych, co jak wspomniano utrudnia przetwarzanie informacji generowanej przez taki czujnik. Jako przykład można tu podać zagraniczne patenty: CN106885921 (A), US2018180449 (A1), CN103794403 (A), JP2009117137 (A).

Dokument CN106885921 A ujawnia czujnik kierunku wykorzystujący dwie części prowadzące elektrody, co najmniej sześć kołków stykowych, element ruchomy i obwód przetwarzania sygnału.

Obwód przetwarzania sygnału uzyskuje kierunek odchylenia od pionu wykrytego obiektu zgodnie z wykrytym sygnałem.

Natomiast dokument US2018180449 A1 ujawnia czujnik kierunku zawierający dwie prowadnice elektrod, co najmniej sześć kołków stykowych, element ruchomy i obwód przetwarzania sygnału. Dwie prowadnice elektrod są uformowane ze szczeliny. Dwie prowadnice elektrod i co najmniej sześć kołków stykowych wyznaczają przestrzeń. Ruchomy człon jest ograniczony do poruszania się w tej przestrzeni. Dwie prowadnice elektrod są elektrycznie połączone odpowiednio z jedną końcówką sygnałową obwodu przetwarzania sygnału, a co najmniej sześć kołków stykowych jest elektrycznie połączonych odpowiednio z inną końcówką sygnałową obwodu przetwarzania sygnału. Po wykryciu kierunku odchylenia od pionu element ruchomy porusza się w przestrzeni zgodnie z wykrytym kierunkiem i styka się z kołkiem stykowym odpowiadającym wykrytemu kierunkowi poniżej, tak że jedna z prowadnic elektrody i kołek stykowy odpowiadający wykrytemu kierunkowi poniżej tworzą pętlę sygnału czujnikowego przechodząca przez ruchomy element.

Dokument CN103794403 A ujawnia wielopunktowy przełącznik przechyłu zawierający izolator otaczający jedną oś, dwa elementy przewodzące pierwszego rodzaju oraz wiele elementów przewodzących drugiego rodzaju zainstalowanych na izolatorze oraz jeden ruchomy element kulisty przewodzący prąd elektryczny. Każdy element stykowy przewodzący pierwszego rodzaju posiada jedną część stykową i jedną część prowadzącą połączenie. Wspomniane części stykowe rozmieszczone są tak, aby były oddzielone odstępami wzdłuż osi. Części prowadzące połączenie są odsłonięte od izolatora. Każdy element przewodzący drugiego rodzaju posiada odpowiednią część stykową i część prowadzącą. Części stykowe odsłonięte są w komorze akomodacyjnej i rozmieszczone w szyku w sposób otaczający oś. Ruchomy element kulisty umieszczony jest w komorze akomodacyjnej i przemieszcza się pomiędzy położeniem połączenia, stykając się więcej niż z dwoma częściami stykowymi, a położeniem rozłączenia, które nie styka się z żadnymi dwoma częściami stykowymi.

W dokumencie JP2009117137 A ujawniono czujnik przechyłu do wykrywania kąta przechylenia i kąta pochylenia sprzętu/urządzenia uwzględniający niewielki rozmiar i grubość sprzętu/urządzenia.

Czujnik wyposażony jest w obudowę zawierającą na przeciwległych powierzchniach styki stałe oraz ruchomy element kulisty. Pochylenie i przechylenie czujnika powoduje zwarcie elementu kulistego z jednym ze styków stałych, w ten sposób wykrywany jest przechył lub przechylenie.

Z łatwością można podać liczne przykłady zastosowań (np. w nawigowaniu robotów mobilnych), gdzie korzystny byłby podział pełnego kąta bryłowego na równomierne podzakresy, w liczbie innej niż 2, 8 lub 20, np. ze względu na prostotę przetwarzania sygnałów wyjściowych czujnika. Przedmiotem wynalazku jest taki właśnie czujnik odchylenia od pionu, który umożliwia podział pełnego kąta bryłowego na 12 równomiernych podzakresów.

Celem wynalazku jest zapewnienie czujnika odchylenia od pionu, który dzieli pełny kąt bryłowy na 12 równomiernych podzakresów kątowych i umożliwia stykowe określenie kierunku odchylenia od pionu w sposób skwantyzowany, zapewniającego uzyskanie miniaturowych wymiarów gabarytowych, dzięki odpowiedniemu sposobowi detekcji położenia elementu ruchomego. Czujnik dodatkowo cechuje się większą niezawodnością działania, ponieważ w każdym z 12 stabilnych położenia elementu ruchomego może zwierać ze sobą 5 elektrod, a do jednoznacznego określenia tego położenia wystarczy zwarcie ze sobą jedynie 3 sąsiadujących ze sobą elektrod. Tak więc ujawniona w opisie metoda detekcji cechuje się redundancją, która zwiększa niezawodność działania czujnika.

Dyskretny czujnik odchylenia od pionu jest zaopatrzony w korpus i znajdujący się w nim ruchomy element o sferycznej powierzchni przewodzącej prąd elektryczny umieszczony w przestrzeni ograniczonej przez zestaw dwudziestu elektrod. Elektrody są rozstawione tak, że ich stykowe powierzchnie czołowe tworzą układ geometryczny odpowiadający dwudziestu ścianom dwudziestościanu foremnego. Powierzchnie stykowe każdej z naprzeciwległych elektrod są rozmieszczone w odległości większej od średnicy ruchomego elementu. Korpus ma zasadniczo cylindryczny kształt i zawiera część dolną z elektrodą dolną i rozmieszczonymi równomiernie na obwodzie korpusu otworami mieszczącymi trzy elektrody boczne dolne i sześć elektrod środkowych dolnych. Rozwiązanie zgodnie z wynalazkiem cechuje się tym, że część górna z elektrodą górną posiada rozmieszczone równomiernie na obwodzie korpusu otwory mieszczące trzy elektrody boczne górne i sześć elektrod środkowych górnych. Elektrody boczne górne, elektrody boczne dolne, elektrody środkowe górne i elektrody środkowe dolne są rozstawione tak, że elektrody boczne górne i elektrody boczne dolne są rozmieszczone na obwodzie korpusu położonym bliżej górnej i/lub dolnej jego części. Natomiast elektrody środkowe górne i środkowe dolne są rozmieszczone na obwodzie korpusu położonym bliżej jego środkowej części. Odstępy pomiędzy sąsiadującymi elektrodami środkowymi górnymi i środkowymi dolnymi oraz elektrodami bocznymi górnymi i elektrodami bocznymi dolnymi otaczającymi jeden z dwunastu wierzchołków wirtualnego dwudziestościanu, jaki tworzy układ powierzchni stykowych elektrod, przedstawionego na Fig. 1, są mniejsze od średnicy ruchomego elementu.

Korzystnie elektrody boczne dolne oraz elektrody boczne górne i elektrody środkowe górne oraz elektrody środkowe dolne są odseparowane elektrycznie od siebie oraz od elektrody górnej i dolnej.

Korzystnie elektrody boczne dolne oraz elektrody boczne górne i elektrody środkowe górne oraz elektrody środkowe dolne, elektroda dolna i elektroda górna są zwierane ze sobą wyłącznie przez ruchomy element.

W sposobie określania odchylenia od pionu, w którym stosuje się dyskretny czujnik zgodnie z wynalazkiem wykrywający, co najmniej trzy zwarte ze sobą elektrody wykrywa się zwarte co najmniej trzy elektrody spośród wszystkich dwudziestu elektrod bocznych dolnych i/lub elektrod bocznych górnych i/lub elektrod środkowych górnych i/lub elektrod środkowych dolnych i/lub elektrody górnej i/lub elektrody dolnej.

Przy zwarcu przez element ruchomy co najmniej trzech spośród wszystkich dwudziestu elektrod, bocznych dolnych i/lub elektrod bocznych górnych i/lub elektrod środkowych górnych i/lub elektrod środkowych dolnych i/lub elektrody dolnej i/lub elektrody górnej na jedną z elektrod bocznych dolnych i/lub elektrod bocznych górnych i/lub elektrod środkowych górnych i/lub elektrod środkowych dolnych i/lub elektrody dolnej i/lub elektrod górnych podaje się stan logiczny "1". Następnie dokonuje się sekwencyjnego pomiaru stanu logicznego na pozostałych elektrodach bocznych dolnych i/lub elektrodach bocznych górnych i/lub elektrodach środkowych górnych i/lub elektrodach środkowych dolnych i/lub elektrodzie górnej i/lub elektrodzie dolnej. Oba etapy powtarza się w sposób cykliczny dla każdej z elektrod bocznych dolnych i/lub elektrod bocznych górnych i/lub elektrod środkowych górnych i/lub elektrod środkowych dolnych i/lub elektrody dolnej i/lub elektrody górnej aż do wykrycia przynajmniej trzech elektrod będących jednocześnie w stanie logicznym "1".

Przedmiot wynalazku został ukazany w przykładach wykonania na rysunku, na którym Fig. 2a przedstawia otwartą dolną część korpusu czujnika według wynalazku z widocznym ruchomym elementem oraz kołkiem ustalającym, Fig. 2b przedstawia otwartą dolną część korpusu czujnika według wynalazku z zamontowanymi elektrodami, Fig. 2c przedstawia czujnik według wynalazku z dolną częścią korpusu zamkniętą górną częścią korpusu. Fig. 3 przedstawia schematycznie mechanizm zwierania elektrod przez element ruchomy, Fig. 4 przedstawia oznaczenia poszczególnych ścian wirtualnego dwudziestościanu odpowiadające oznaczeniom poszczególnych elektrod przyjętym na Fig. 5, natomiast Fig. 5 przedstawia tabelę wartości stanów logicznych na poszczególnych elektrodach, a Fig. 6 przedstawia tabelę pokazującą zależność pomiędzy oznaczeniem ściany S1-S20 wirtualnego dwudziestościanu a oznaczeniem elektrody na Fig. 2 i Fig. 3.

Korpus 1 w przykładzie wykonania czujnika według wynalazku ukazano na Fig. 2c, a jego samą dolną część na Fig. 2a oraz Fig. 2b. Korpus ma walcowy kształt. Alternatywnie mógłby to być kształt dwudziestościenny lub inny, np. prostopadościenny. Korpus jest wykonany z tworzywa sztucznego, lub innego materiału nieprzewodzącego prądu elektrycznego. Korpus składa się z dwóch części: górnej 1b i dolnej 1a.

Na obwodzie części dolnej 1a korpusu wykonano dwa rzędy otworów na elektrody boczne: trzy otwory boczne, z których dwa są widoczne na Fig. 2a oraz sześć otworów środkowych, z których cztery są widoczne na Fig. 2a. Od spodu korpus jest zamknięty na stałe podstawą dolną z płaską i przewodzącą elektrodą dolną 8a, pokazaną na Fig. 2b. Od góry część dolna korpusu 1a jest zaopatrzona w kołek ustalający 9, dzięki czemu można ją odpowiednio złożyć z częścią górną korpusu 1b i znajdującą się na niej elektrodą górną 8b. W tym przykładzie zastosowano połączenie na wcisk. Alternatywnie można stosować inne połączenia rozłączne lub nierozłączne (np. klejone).

Korpus może być wykonany w taki sposób, że wszystkie otwory boczne górne i dolne wykonane będą w jednej części, a tylko otwór na elektrodę górną lub dolną wykonane będą w drugiej części. Wówczas nie będzie potrzebny kołek ustalający 9.

W otworach bocznych dolnych oraz środkowych dolnych wykonanych na obwodzie części dolnej 1a korpusu umieszczone są odpowiednio elektrody 4a, 4b, 4c oraz 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f jak pokazano na Fig. 2b, Fig. 2c i Fig. 3. Analogicznie na obwodzie części górnej korpusu 1b umieszczone są elektrody boczne górne 7a, 7b, 7c z których dwa są widoczne na Fig. 2c oraz środkowe górne 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f, z których cztery są widoczne na Fig. 2c. Osie otworów na elektrody boczne wykonane są w korpusie pod takim kątem, który zapewnia prostopadłość tych osi do odpowiednich ścian bocznych wirtualnego dwudziestościanu foremnego. W przestrzeni 2 wewnątrz korpusu, pomiędzy elektrodami bocznymi, środkowymi i pomiędzy elektrodą dolną 8a a górną 8b znajduje się ruchomy element 3 – np. stalowa kulka łożyskowa.

Po umieszczeniu ruchomego elementu 3 wewnątrz przestrzeni 2 w korpusie dolnym 1a, na korpus dolny nakłada się korpus górny 1b z elektrodą górną 8b, odpowiednio ustawiając względem siebie obie części korpusu przy wykorzystaniu kołka ustalającego 9.

Twardość i gładkość materiału powierzchni stykowej elektrod bocznych oraz górnej i dolnej oraz ruchomego elementu 3 jest istotna z uwagi na możliwość zmniejszenia oporów ruchu, a dzięki temu zwiększenia czułości czujnika. Odstęp pomiędzy powierzchnią stykową każdej z naprzeciwległych elektrod jest nieznacznie większy od średnicy ruchomego elementu. Natomiast odstęp pomiędzy sąsiadującymi ze sobą elektrodami (tworzącymi konfigurację pięciu elektrod otaczających jeden z dwunastu wierzchołków wirtualnego dwudziestościanu pokazanego na Fig. 1) jest mniejszy od średnicy ruchomego elementu 3. Każda z elektrod sąsiaduje z dziewięcioma takimi elektrodami i tworzy trzy konfiguracje składające się z pięciu elektrod otaczających jeden z dwunastu wierzchołków wirtualnego dwudziestościanu.

Dzięki temu, gdy czujnik jest ustawiony pionowo sąsiadujące ze sobą elektrody są od siebie odizolowane. Każde odchylenie od pionu skutkuje przemieszczeniem się ruchomego elementu 3 i zwarciem za jego pośrednictwem co najmniej trzech spośród pięciu elektrod otaczających jeden z wierzchołków wirtualnego dwudziestościanu, co schematycznie pokazano na Fig. 3, gdzie dwie elektrody boczne dolne i dwie środkowe dolne zwierane z elektrodą dolną 8a przez ruchomy element 3 oznaczono jako 4a i 4b oraz 5c i 5d. Jeżeli czujnik zostanie obrócony o 180 stopni wówczas dwie elektrody boczne górne i dwie środkowe górne zwierają się z elektrodą górną 8b. Przy odchyleniu czujnika o kąt 90 stopni względem pionu jedna z elektrod bocznych dolnych zwiera się z dwiema elektrodami środkowymi dolnymi oraz dwiema elektrodami środkowymi górnymi.

Elektrody górna, dolna, boczne i środkowe są płaskie i gładkie, dzięki czemu uzyskuje się dużą czułość czujnika, a jednocześnie zapewnione jest zwieranie w każdej orientacji kątowej czujnika zawsze przynajmniej trzech spośród pięciu elektrod otaczających ten wierzchołek wirtualnego dwudziestościanu, którego położenie jest najbliższe położeniu elementu ruchomego 3.

Korpus 1a oraz 1b można wykonać z materiału przewodzącego prąd elektryczny. Wówczas trzeba zapewnić izolację elektrod bocznych 4a, 4b, 4c oraz środkowych 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f od ścian korpusu 1a oraz elektrod bocznych 7a, 7b, 7c oraz środkowych 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f od ścian korpusu 1b. Można to zrobić wprowadzając do otworów dodatkowe tuleje wykonane z materiału nieprzewodzącego prądu elektrycznego. Odizolowanie górnej elektrody od dolnej można zapewnić stosując dodatkowy element wykonany z materiału nieprzewodzącego prądu elektrycznego pomiędzy korpusem 1a a 1b lub wprowadzając do jednego z otworów dla tych elektrod dodatkową tuleję 30 wykonaną z materiału nieprzewodzącego prądu elektrycznego.

Detekcja położenia ruchomego elementu 3 w danym wierzchołku odbywa się na podstawie wykrycia wysokiego stanu logicznego na co najmniej trzech sąsiadujących ze sobą elektrodach, otaczających wierzchołek wirtualnego dwudziestościanu, którego siatka została przedstawiona na Fig. 4, gdzie P1 do P12 oznacza kolejny wierzchołek dwudziestościanu, natomiast S1 do S20 oznacza kolejną ścianę dwudziestościanu. W tabeli na Fig. 5 zostały oznaczone za pomocą cyfry "1" (symbolizującej wysoki stan logiczny) numery ścian (S1-S20) sąsiadujące ze sobą w danym wierzchołku wirtualnego dwudziestościanu (P1-P12), zgodnie z oznaczeniami użytymi na rysunku siatki na Fig. 4. Każda ze ścian połączona jest z odrębnym wejściem/wyjściem mikrokontrolera (konieczne jest zastosowanie mikrokontrolera z co najmniej dwudziestoma wejściami/wyjściami).

Algorytm detekcji odchylenia od pionu zostanie wyjaśniony na przykładzie elektrody przypisanej do ściany nr S1. Krok 1: należy ustawić wejście/wyjście mikrokontrolera połączone do elektrody przypisanej do ściany S1 jako wyjście logiczne. Krok 2: wejścia/wyjścia mikrokontrolera połączone z pozostałymi elektrodami przypisanymi do ścian S2-S20 należy ustawić jako wejścia logiczne. Krok 3: na wyjściu połączonym z elektrodą przypisaną do ściany S1 należy ustawić logiczną wartość "1" i potem sekwencyjnie odczytać wartości logiczne na pozostałych elektrodach przypisanych do ścian połączonych z wejściami mikrokontrolera. Jeśli wartość logiczna "1" nie jest odczytywana na co najmniej dwóch wejściach, należy powtórzyć kroki 1–3 dla kolejnej elektrody. Natomiast jeśli wartość logiczna "1" jest odczytywana na co najmniej dwóch wejściach, oznacza to, że element ruchomy 3 znajduje się w jednym z trzech wierzchołków należących do ściany S1. Krok 4: na podstawie tabeli 1 na Fig. 5 należy ustalić, który to wierzchołek. W rozważanym przykładzie: gdy wartość logiczna "1" odczytywana jest dla co najmniej dwóch spośród czterech elektrod przypisanych do ścian: S5, S9, S13, S17, to element ruchomy 3 znajduje się w wierzchołku P1; gdy wartość logiczna "1" odczytywana jest dla co najmniej dwóch spośród czterech elektrod przypisanych do ścian: S2, S3, S5, S6 to element ruchomy 3 znajduje się w wierzchołku P3; gdy wartość logiczna "1" odczytywana jest dla co najmniej dwóch spośród czterech elektrod przypisanych do ścian: S2, S17, S18, S19 to element ruchomy 3 znajduje się w wierzchołku P11.

W celu ciągłego monitorowania położenia elementu ruchomego algorytm należy stale powtarzać (praca w pętli). Możliwa jest optymalizacja procedury, gdy do kilku elektrod na raz zostanie podłączona wartość logiczna "1". W takim przypadku elektrody należy wybrać tak, aby wszystkie ściany do których są one przypisane i dla których podawana jest wartość logiczna "1", nie miały wspólnych wierzchołków ani krawędzi.

Znawca na podstawie powyższego opisu jest w stanie rutynowo zaproponować różne konfiguracje i warianty czujnika według wynalazku obejmujące zastosowanie elektrod o określonych kształtach, wykonanych z dostępnych w stanie techniki materiałów o korzystnych właściwościach. Jest również w stanie zaproponować rozkład elektrod bocznych i środkowych adekwatny do zastosowania. Rutynowo wykona korpusy w różnych kształtach i z różnych materiałów, 5 a także zaproponuje układy logiczne i mikroprocesorowe do odczytywania wskazań czujnika.

Lista oznaczeń odsyłających:

- 1 – korpus dyskretnego dwudziestościennego czujnika odchylenia
- 1a – dolna podstawa korpusu
- 1b – górna podstawa korpusu
- 2 – przestrzeń
- 3 – element ruchomy (kulka)
- 4a, b, c – elektrody boczne dolne
- 5a, b, c, d, e, f – elektrody środkowe dolne
- 6a, b, c, d, e, f – elektrody środkowe górne
- 7a, b, c – elektrody boczne górne
- 8a – elektroda dolna
- 8b – elektroda górna
- 9 – kołek ustalający

Zastrzeżenia patentowe

1. Dyskretny dwudziestościenny czujnik odchylenia od pionu zaopatrzony w korpus (1) i znajdujący się w nim ruchomy element (3) o sferycznej powierzchni przewodzącej prąd elektryczny umieszczony w przestrzeni (2) ograniczonej przez zestaw dwudziestu elektrod (4a, 4b, 4c oraz 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f oraz 6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f oraz 7a, 7b, 7c oraz 8a i 8b) przy czym elektrody są rozstawione tak, że ich stykowe powierzchnie czołowe tworzą układ geometryczny odpowiadający dwudziestu ścianom dwudziestościanu foremego, przy czym powierzchnie stykowe każdej z naprzeciwległych elektrod są rozmieszczone w odległości większej od średnicy ruchomego elementu (3), korpus (1) ma zasadniczo cylindryczny kształt i zawiera część dolną (1a) z elektrodą dolną (8a) i rozmieszczonymi równomiernie na obwodzie korpusu (1) otworami mieszczącymi trzy elektrody boczne dolne (4a, 4b, 4c) i sześć elektrod środkowych dolnych (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) **znamienny tym**, że część górna (1b) z elektrodą górną (8b) posiada rozmieszczone równomiernie na obwodzie korpusu (1) otwory mieszczące trzy elektrody boczne górne (7a, 7b, 7c) i sześć elektrod środkowych górnych (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f), przy czym elektrody boczne górne (7a, 7b, 7c), elektrody boczne dolne (4a, 4b, 4c), elektrody środkowe górne (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f) i elektrody środkowe dolne (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) są rozstawione tak, że elektrody boczne górne (7a, 7b, 7c) i elektrody boczne dolne (4a, 4b, 4c) są rozmieszczone na obwodzie korpusu (1) położnym bliżej górnej i/lub dolnej jego części, natomiast elektrody środkowe górne (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f) i środkowe dolne (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) są rozmieszczone na obwodzie korpusu (1) położnym bliżej jego środkowej części, przy czym odstępstwa pomiędzy sąsiadującymi elektrodami środkowymi górnymi (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f) i środkowymi dolnymi (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) oraz elektrodami bocznymi górnymi (7a, 7b, 7c) i elektrodami bocznymi dolnymi (4a, 4b, 4c) oraz elektrodą dolną (8a) i elektrodą górną (8b) otaczającymi jeden z dwunastu wierzchołków wirtualnego dwudziestościanu są mniejsze od średnicy ruchomego elementu (3).
2. Dyskretny czujnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że elektrody boczne dolne (4a, 4b, 4c) oraz elektrody boczne górne (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) i elektrody środkowe górne (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f) oraz elektrody środkowe dolne (7a, 7b, 7c) są odseparowane elektrycznie od siebie oraz od elektrody górnej (8b) i dolnej (8a).
3. Dyskretny czujnik według zastrz. 1–2, **znamienny tym**, że elektrody boczne dolne (4a, 4b, 4c) oraz elektrody boczne górne (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f) i elektrody środkowe górne (6a, 6b, 6c, 6d, 6e, 6f) oraz elektrody środkowe dolne (7a, 7b, 7c) oraz elektroda dolna (8a) i elektroda górna (8b) są zwierane ze sobą wyłącznie przez ruchomy element (3).

Rysunki

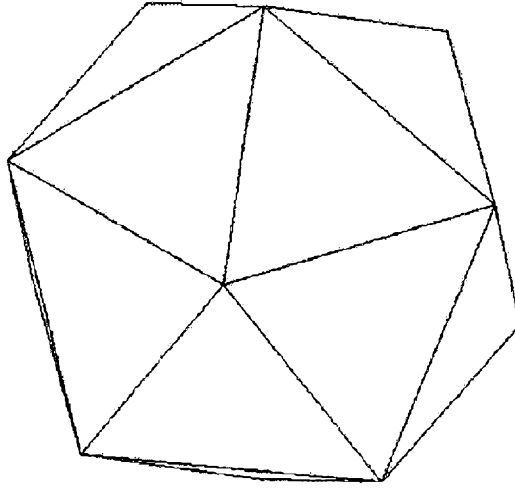


Fig. 1

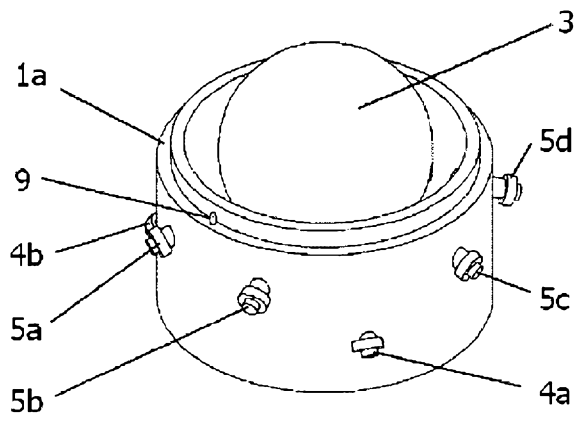


Fig. 2a

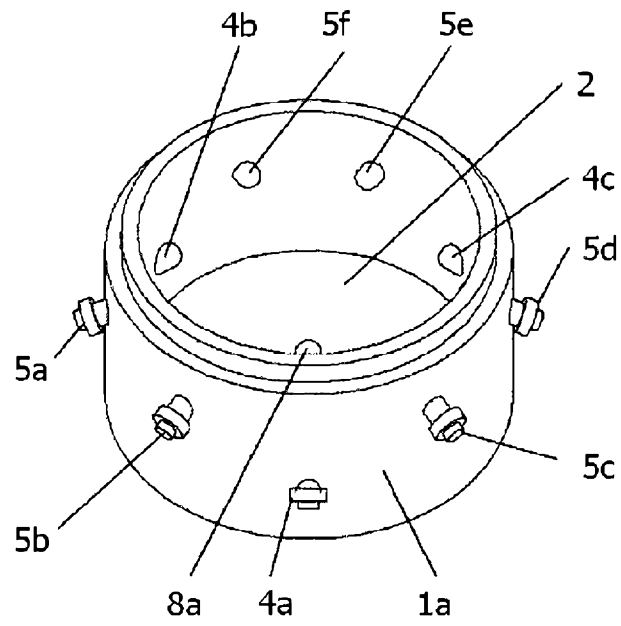


Fig. 2b

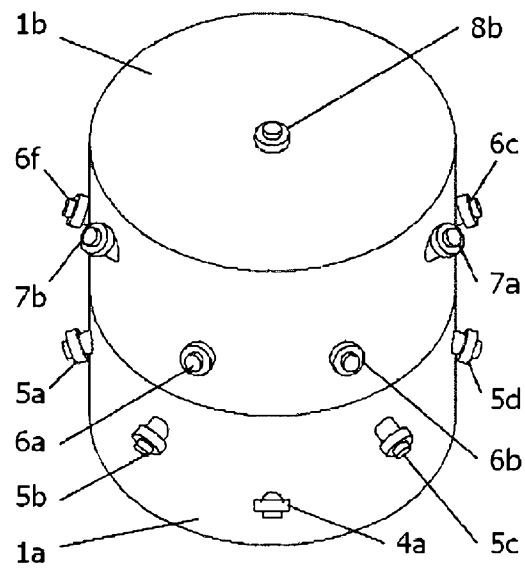


Fig. 2c

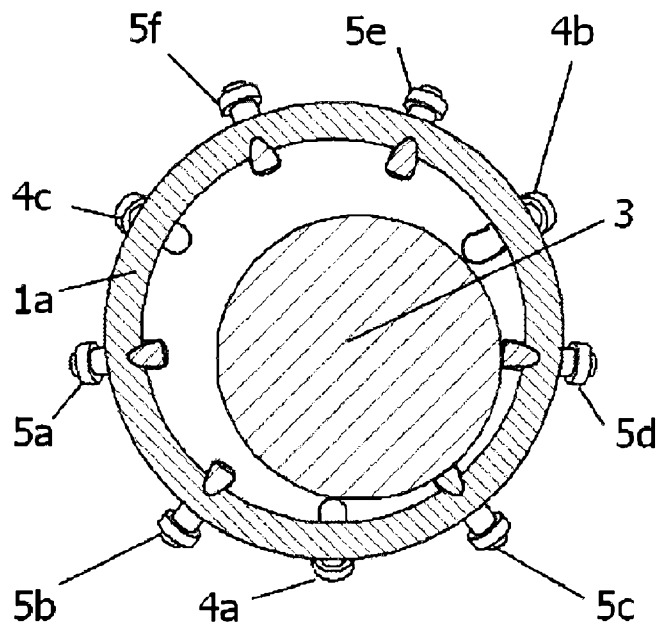


Fig. 3

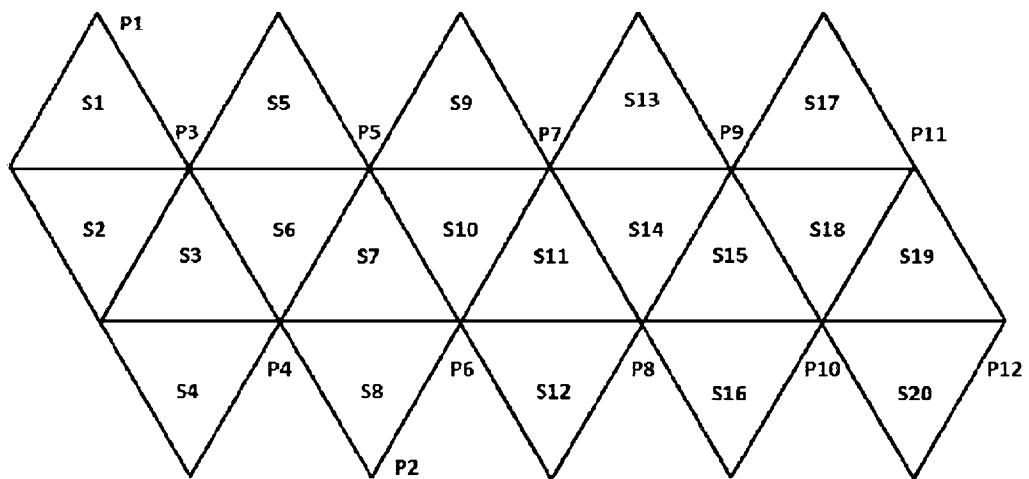


Fig. 4

Tabela 1

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
S1	1		1								1	
S2			1								1	1
S3			1	1								1
S4		1		1								1
S5	1		1		1							
S6			1	1	1							
S7				1	1	1						
S8		1		1		1						
S9	1				1		1					
S10					1	1	1					
S11						1	1	1				
S12		1				1		1				
S13	1						1		1			
S14							1	1	1			
S15								1	1	1		
S16		1						1		1		
S17	1								1		1	
S18									1	1	1	
S19										1	1	1
S20		1								1		1

Fig. 5

Tabela 2

Ściana	Elektroda
S1	8a
S2	4a
S3	5b
S4	6a
S5	4c
S6	5a
S7	6f
S8	7b
S9	5f
S10	6e
S11	7c
S12	8b
S13	5e
S14	6d
S15	6c
S16	7a
S17	4b
S18	5d
S19	5c
S20	6b

Fig. 6