

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239205**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **426301**

(22) Data zgłoszenia: **11.07.2018**

(51) Int.Cl.

G01C 9/10 (2006.01)

G01C 9/06 (2006.01)

H01H 35/02 (2006.01)

(54)

Czujnik odchylenia od pionu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

13.01.2020 BUP 02/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

15.11.2021 WUP 33/21

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA WARSZAWSKA,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

SERGIUSZ ŁUCZAK, Czarny Las, PL

(74) Pełnomocnik:

recz. pat. Oliwia Czarnocka

PL 239205 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest czujnik odchylenia od pionu.

Istniejące wyłączniki stykowe nie nadają się do detekcji i pomiaru odchylenia od pionu z uwagi na dużą histerezę mechaniczną lub mają zbyt skomplikowaną budowę, trudną w realizacji przy ograniczeniach rozmiaru czujnika i zapewniającą pomiar jedynie w ograniczonych podzakresach. Inne przykłady mechanizmów służących do określania odchylenia od pionu ujawniono w dokumentach JP2009117137A, JP 2003077377A, CN103794403A, CN106885921A oraz TW201417133A.

W dokumencie JP2009117137 A ujawniono czujnik przechyłu do wykrywania przechylenia i 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 powoduje zwarcie ruchomego elementu kulistego z jednym ze styków stałych, w ten sposób wykrywane jest przechylenie lub pochylenie. Z uwagi na nieckowaty kształt przestrzeni pomiędzy stykami stałymi, taki czujnik cechuje się bardzo dużą wartością histerezy mechanicznej.

Natomiast w dokumencie JP2003077377 A ujawniono wielokierunkowy przełącznik przechylenia o wysokiej stabilności styku przy przechylaniu, pozwalającym na miniaturyzację sprzętu. Przełącznik wewnątrz obudowy zawiera elastyczny rowek i ruchomy element kulisty swobodnie obracający i poruszający się w elastycznym rowku oraz nieruchomy element stykowy ze sprężystego materiału stykającego się z ruchomym kulistym elementem umieszczonym w elastycznym rowku. Zarówno obudowa przełącznika jak i nieruchomy element stykowy podzielona jest na górną i dolną. Przełącznik daje możliwość jednoznacznego określania tylko jednej pozycji kątowej – położenia horyzontalnego oraz wykrycia odchylenia od tego położenia bez możliwości stwierdzenia, w jakim kierunku przemieściła się ruchoma kulka. Z uwagi na nieckowaty kształt elementu stykowego w obszarze kontaktu z kulką, znaczne kątowe pochylenie elementu stykowego oraz elastyczność rowka, taki przełącznik cechuje się bardzo dużą wartością histerezy mechanicznej.

Dokument CN103794403 A ujawnia wielopunktowy przełącznik przechyłu zawierający izolator otaczający jedną oś, dwa pierwsze elementy przewodzące oraz wiele drugich elementów przewodzących zainstalowanych na izolatorze posiadających jedno wyprowadzenie połączenia. Każdy pierwszy element stykowy przewodzący posiada jedną część stykową i jedną część wyprowadzającą połączenie. Wspomniane części stykowe rozmieszczone są tak, aby były oddzielone odstępami wzdłuż osi. Części wyprowadzające połączenie są odsłonięte od izolatora. Każdy drugi element przewodzący posiada odpowiednią część stykową i część wyprowadzającą połączenie. Części stykowe odsłonięte są w komorze wewnętrznej i rozmieszczone w szyku w sposób otaczający oś. Ruchomy element kulisty umieszczony jest w komorze wewnętrznej 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. Przełącznik daje możliwość jednoznacznego określania tylko ośmiu pozycji kątowych, z tym, że te osiem podzakresów nie jest takich samych. Przełącznik inaczej działa kiedy ruchomy element kulisty przetacza się po wklęsłej niecce pierwszego elementu przewodzącego, a inaczej kiedy ruchomy element kulisty przetacza się po płaskich powierzchniach drugich elementów przewodzących. Z uwagi na nieckowaty kształt pierwszego elementu przewodzącego przełącznik cechuje się bardzo dużą wartością histerezy mechanicznej.

Natomiast dokument CN106885921 A ujawnia czujnik kierunku odchylenia od pionu wykorzystujący dwie części prowadzące elektrody, co najmniej sześć kołków stykowych, kulisty element ruchomy i obwód przetwarzania sygnału. Obwód przetwarzania sygnału uzyskuje kierunek odwrócenia wykrytego obiektu zgodnie z wykrytym sygnałem. Czujnik daje możliwość jednoznacznego określania sześciu lub więcej pozycji kątowych. Z uwagi na wielokątny kształt części prowadzących oraz walcowy kształt kołków stykowych, taki czujnik cechuje się dużą wartością histerezy mechanicznej. Zastosowanie wielokątnego wycięcia w części prowadzącej sprawia, że czujnik działa inaczej kiedy jest odchylony tylko w jednej płaszczyźnie, a inaczej kiedy jest odchylony naraz w dwóch płaszczyznach: ruchomy element kulisty opiera się wtedy na krawędzi wielokątnego wycięcia w górnej lub dolnej części prowadzącej w dwóch punktach kontaktowych oraz w trzecim punkcie kontaktowym na wypukłej powierzchni kołka stykowego. Przy różnych orientacjach kątowych czujnika będą się zmieniać naciski na poszczególne punkty kontaktu, a ponieważ obszary kontaktu cechują się różną geometrią, zmiana położenia kulki będzie następowała przy różnych kątach odchylenia od pionu, co zwiększa niepewność wskazań czujnika.

Ponadto dokument TW201417133 A pokazuje rozwiązanie dotyczące wielowarstwowego przełącznika przechyłu zawierającego izolator, cztery przewodzące zaciski umieszczone pomiędzy dwiema osłonami izolatora oraz ruchomy element kulisty umieszczony w komorze wewnętrznej izolatora. Izolator ma kilka rowków utworzonych na co najmniej jednej powłoce. Cztery końcówki przewodzące są odpowiednio wyposażone w element płytowy ograniczony położeniem w rowku, część stykową utworzoną na elemencie płytowym i wyeksponowaną na komorę wewnętrzną oraz część łączącą wystawioną na zewnątrz izolatora. Ruchomy element kulisty jest umieszczany w komorze wewnętrznej i może się poruszać pomiędzy położeniem zamkniętym, w którym naraz styka się z dowolnymi dwiema częściami stykowymi, a położeniem otwartym, w którym nie styka się z żadną z dwóch części stykowych. Przełącznik daje możliwość jednoznacznego określania co najwyżej pięciu pozycji kątowych w zakresie niepełnego kąta bryłowego – nie ma możliwości rozróżnienia pozycji pionowej górnej i pionowej dolnej. Podzakresy nie są takie same, bowiem przełącznik inaczej działa, kiedy ruchomy element kulisty opiera się na wklęsłej niecce izolatora, a inaczej, kiedy opiera się na bocznych płaskich powierzchniach przewodzących zacisków. Kształt izolatora z wklęsłymi nieckami oraz pochyłe powierzchnie przewodzących zacisków powodują, że przełącznik cechuje się bardzo dużą wartością histerezy mechanicznej.

Celem wynalazku jest zapewnienie czujnika odchylenia od pionu, który może także pełnić funkcję wyłącznika stykowego, wolnego od wad w rozwiązaniach wskazanych w stanie techniki, tzn. dzielącego pełny kąt bryłowy na parzystą liczbę jednakowych podzakresów, cechującego się małą wartością histerezy mechanicznej oraz stałą geometrią w każdym punkcie styku ruchomej kulki z elektrodami, dającego możliwość wykorzystania prostego układu logicznego przypisującego elektrodom bocznym odpowiedni stan logiczny.

Czujnik odchylenia od pionu zaopatrzony w ruchomy element sferycznej powierzchni wykonany z materiału przewodzącego umieszczony w przestrzeni ograniczonej przez zestaw elektrod, zgodnie z wynalazkiem jest zaopatrzony w zasadniczo graniasty lub cylindryczny korpus z rozmieszczonymi na obwodzie otworami, w których są umieszczone przynajmniej trzy elektrody boczne rozstawione tak, że odstęp między sąsiadującymi elektrodami bocznymi są mniejsze od średnicy ruchomego elementu. Korpus jest zaopatrzony w podstawę górną z elektrodą górną i podstawę dolną z elektrodą dolną. Elektroda górna i elektroda dolna są rozstawione na odległość większą od średnicy ruchomego elementu i są gładkie oraz umieszczone naprzeciwko siebie. Dzięki temu element ruchomy może się swobodnie i bez oporów toczyć po elektrodzie dolnej w razie odchylenia czujnika od pionu, a elektrody od poziomu, przemieścić się ku ścianie korpusu zwierając jednocześnie dwie elektrody boczne, pomiędzy którymi się zatrzyma ze sobą i z elektrodą, po której się toczy. Sąsiadujące ze sobą elektrody boczne są odizolowane od siebie oraz od elektrody górnej i dolnej w warunkach, gdy ruchomy element znajduje się w centralnej części przestrzeni pomiędzy elektrodami. Dzięki temu fakt zwarcia elektrod przez ruchomy element można wykryć analizując elektryczne połączenia elektrod z zewnątrz lub wykorzystać czujnik jako przełącznik zamykający obwód w warunkach odchylenia od pionu w określonej stronę. Elektrody górna i dolna są wypukłe. Dzięki lekkiej wypukłości elektrod, ruchomy element zawsze znajduje się w jednym z dziesięciu wewnętrznych rogów graniastostupa, który tworzy układ elektrod czujnika, zwierając ze sobą zawsze trzy elektrody.

Korzystnie czujnik zawiera przynajmniej pięć elektrod bocznych, co pozwala na zapewnienie rozdzielczości kątowej detekcji kierunku odchylenia od pionu równej 72 stopnie.

Korzystnie ruchomy element o sferycznej powierzchni stanowi kulka ze stali łożyskowej alternatywnie może być wykonana z materiału ceramicznego stosowanego np. w łożyskach tocznych.

Element ruchomy i/lub elektrody są korzystnie pokryte warstwą ochronną, najlepiej zawierającą materiał wybrany z grupy obejmującej złoto, platynę i iryd. Warstwa ochronna zabezpiecza przed korozją, poprawia kontakt elektryczny i zapewnia gładką i twardą powierzchnię, redukując opory toczenia, a w konsekwencji redukując histerezę czujnika.

Korzystnie elektrody górna i dolna są odizolowane od siebie elektrycznie, co zapewnia możliwość wykrycia orientacji góra/dół czujnika.

Sposób określania odchylenia od pionu, za pomocą czujnika według wynalazku cechuje się tym, że wykrywa się parę elektrod bocznych zwartych ze sobą oraz elektrodą górną lub dolną. Wiadomo, że kierunek odchylenia od pionu znajduje się pomiędzy zwartymi elektrodami.

Korzystnie, gdy elektrody górna i dolna są rozwarłe podaje się na nie odpowiednio potencjał o pierwszej wartości i potencjał o drugiej wartości, a następnie wykrywa się parę elektrod bocznych mających ten sam potencjał równy pierwszemu lub drugiemu potencjałowi. Wiadomo, że kierunek odchylenia od pionu znajduje się pomiędzy dwiema elektrodami o tym samym potencjale. Dodatkowo

ustalenie czy potencjał ten ma pierwszą czy drugą wartość pozwala stwierdzić jak czujnik jest zorientowany i czy faktycznie górna podstawa znajduje się u góry. Dzięki temu czujnik jest niewrażliwy na błędy montażu mechanicznego w elementach, których ma wykrywać pion – błędy te można wykryć i skorygować później.

Przedmiot wynalazku został ukazany w przykładach wykonania na rysunku, na którym Fig. 1a przedstawia korpus czujnika według wynalazku, Fig. 1b przedstawia otwarty korpus czujnika według wynalazku z zamontowanymi elektrodami, Fig. 1c przedstawia czujnik według wynalazku z korpusem zamkniętym pokrywką, natomiast Fig. 1d przedstawia czujnik bez pokrywki, z widocznym ruchomym elementem. Fig. 2 przedstawia schematycznie mechanizm zwierania elektrod przez element ruchomy, Fig. 3 przedstawia przykładowy schemat elektryczny układu logicznego do wykrywania, które z elektrod są zwarte, natomiast Fig. 4 przedstawia przykład wykonania czujnika w przekroju perspektywicznym.

Korpus 1 w przykładzie wykonania czujnika według wynalazku ukazano na Fig. 1a jest on wykonany z nieprzewodzącego plastiku i ma graniasty kształt. Na obwodzie korpusu 1 wykonano pięć otworów 4a, 4b na elektrody boczne, z których dwa są widoczne na Fig. 1a. Od spodu korpus jest zamknięty na stałe podstawą dolną z płaską i przewodzącą elektrodą dolną 6a, niepokazaną na Fig. 1a. Od góry korpus 1 jest gwintowany, dzięki czemu można go zamknąć pokrywką z podstawą górną i znajdującą się na niej elektrodą górną 6b.

W otworach 4a, 4b wykonanych na obwodzie korpusu 1 umieszczone są elektrody 5a, 5b, 5c, 5d i 5e, jak pokazano na Fig. 1b, 1c i 1d. W przestrzeni 2 wewnątrz korpusu, pomiędzy elektrodami bocznymi i pomiędzy elektrodą górną 6b i dolną 6a znajduje się ruchomy element 3 – kulka ze stali łożyskowej. Alternatywnie można zastosować kulkę ceramiczną pokrytą warstwą przewodzącą prąd elektryczny lub dowolny inny element o sferycznej przewodzącej powierzchni wykonany z przewodzącego materiału odpornego na korozję i ścieranie. Można również zastosować pokrycie ruchomego elementu oraz elektrod warstwą zabezpieczającą, wykonaną z materiału przewodzącego, mało porowatego, gładkiego i odpornego na korozję jak np. złoto, platyna czy iryd.

Po umieszczeniu ruchomego elementu 3 wewnątrz przestrzeni w korpusie 1, korpus zakręca się pokrywką 1b zapewniającą podstawę górną z elektrodą górną 6b.

Twardość i gładkość materiału elektrod bocznych oraz górnej i dolnej oraz ruchomego elementu 3 jest istotna z uwagi na możliwość redukcji oporów toczenia, a w konsekwencji wzrost czułości. Odstęp pomiędzy elektrodą górną 6b i dolną 6a jest nieznacznie większy od średnicy ruchomego elementu. Odstęp pomiędzy sąsiadującymi elektrodami bocznymi, a także odstępy pomiędzy każdą z elektrod bocznych 5a, 5b, 5c, 5d, 5e a elektrodą górną 6b i dolną 6a jest mniejszy od średnicy ruchomego elementu 3.

Dzięki temu, gdy czujnik jest ustawiony pionowo sąsiadujące pary elektrod są od siebie odizolowane. Każde odchylenie od pionu skutkuje przemieszczeniem się ruchomego elementu 3 i zwarciem za jego pośrednictwem dwóch elektrod bocznych oraz elektrody dolnej, co schematycznie pokazano na Fig. 2, gdzie elektrody boczne zwierane z elektrodą dolną (niewidoczną na rysunku) przez ruchomy element 3 oznaczono jako 5a i 5b. Jeżeli czujnik zostanie obrócony o 180 stopni wówczas dwie elektrody boczne zwierają się z elektrodą górną.

Elektrody górna, dolna i boczne są lekko wypukłe i gładkie, dzięki czemu histereza czujnika jest zredukowana, a jednocześnie zapewnione jest zwieranie w każdej orientacji kątowej czujnika zawsze tylko dwóch sąsiednich elektrod bocznych z elektrodą dolną lub górną.

Alternatywnie można zastosować przynajmniej jedną elektrodę 15 wklęsłą. Wówczas będzie takie położenie, w którym spoczywający na niej ruchomy element 3 nie będzie miał kontaktu z żadną elektrodą boczną w pewnym zakresie kątów odchylenia czujnika. Taką sytuację można wykryć. Stanowi ona wówczas dodatkowy stan czujnika – „pion”. Dobierając promień wklęsłości można ustalić zakres kątów 20 traktowanych jako „pion”, czyli regulować tolerancję ustalenia pionu.

Korpus 1 można wykonać z materiału przewodzącego. Wówczas trzeba tylko zapewnić izolację elektrod bocznych 5a, 5b, 5c, 5d, 5e od ścian korpusu 1. Można to zrobić wyściełając otwory tulejami z materiału izolującego. Jeżeli jest potrzebne odizolowanie górnej elektrody od dolnej, można to zapewnić stosując izolację lub plastikowe wieko 1a korpusu 1.

Czujnik według wynalazku można wykorzystać jako przełącznik, w którym ruchomy element 3 zwierza tylko jeden z obwodów elektrycznych, w zależności od kierunku odchylenia od pionu, pozostałe zaś obwody pozostawia rozwarne.

Jeżeli elektrody górna 6b i dolna 6a są odizolowane od siebie elektrycznie można podać na nie potencjały o różnych wartościach – przykładowo 0 i 6 V odpowiadające logicznemu „0” i „1”. Wówczas

można wykryć nie tylko fakt odchylenia od pionu, ale również orientację samego czujnika tj. określić, czy nie został zamontowany do góry nogami. Taka konfiguracja ułatwia też wykrywanie zwartych elektrod – można to zrobić za pomocą prostego układu logicznego, którego przykład ukazano na Fig. 3. Wejścia układu logicznego ukazanego na Fig. 3 oznaczone EL1 i EL7 odpowiadają elektrodzie górnej 6b oraz dolnej 6a z Fig. 1a–d, natomiast wejścia oznaczone EL2, EL3, EL4, EL5, i EL6 odpowiadają elektrodom bocznym 5a, 5b, 5c, 5d, 5e z Fig. 1a–d.

Wejścia EL2, EL3, EL4, EL5, i EL6 odpowiadające sąsiadującym ze sobą elektrodom bocznym łączy się parami z wejściami odpowiednich bramek AND IC1A, IC3A, IC5A, IC7A, IC9A i odpowiednich bramek NOR IC2A, IC4A, IC6A, IC8A, IC10A oraz z potencjałem 0 i 6V za pośrednictwem układów czterech rezystorów – odpowiednio układu rezystorów: R1, R2, R3, R4, układu rezystorów: R5, R6, R7, R8, układu rezystorów: R9, R10, R11, R12, układu rezystorów: R13, R14, R15, R16 i układu rezystorów: R17, R18, R19, R20). Wartości dobiera się tak, że w sytuacji, gdy elektroda boczna nie jest zwarta ani z elektrodą górną ani z dolną, na wejściu odpowiadających jej dwóch bramek AND jest podawany sygnał mniejszy niż 3 V, zaokrąglany przez bramkę do logicznego „0”, zaś na odpowiadające jej dwie bramki NOR sygnał większy od 3 V zaokrąglany do logicznego „1”. W takiej sytuacji, logiczne „0” występuje na wyjściach PAD7 – PAD16 przypisanych parom elektrod, które nie są zwarte. Wyjścia PAD7 – PAD16 odpowiadają kątowym położeniom czujnika, dla których ruchomy element 3 znajduje się w jednym z wewnętrznych rogów graniastosłupa, jaki tworzy układ elektrod czujnika. Natomiast zawsze któraś z par elektrod bocznych jest zwarta z elektrodą górną lub dolną. Kiedy dana para elektrod bocznych jest zwarta przez ruchomy element 3 i połączona z potencjałem +6 V, czyli z elektrodą górną, za pośrednictwem odpowiedniego rezystora R1, R5, R9, R13, R17, to na wejściu bramki AND odpowiadającej tej parze elektrod pojawiają się wartości potencjału zaokrąglane do „1” i na jednym wyjściu układ zwraca „1”. Jeżeli ta para elektrod jest połączona za pośrednictwem ruchomego elementu 3 z potencjałem 0 V, czyli z elektrodą dolną, to wówczas na wejściu bramki NOR odpowiadającej tej parze elektrod pojawiają się dwa sygnały zaokrąglane do logicznego „0”, bramka zwraca „1” i na innym wyjściu całego układu pojawia się logiczne „1”. Taką sytuację można zapewnić przykładowo stosując

$$\begin{aligned} R1=R5=R9=R13=R17 &= 2 \text{ MQ}, \\ R2=R6=R10=R14=R18 &= 1 \text{ MQ}, \\ R3=R7=R11=R15=R19 &= 1 \text{ MQ}, \\ R4=R8=R12=R16=R20 &= 2 \text{ MQ}. \end{aligned}$$

Na Fig. 4 ukazano przekrój perspektywiczny przykładowej realizacji czujnika w wersji z lekko wypukłymi elektrodami. Poza elementami przedstawionymi na Fig. 1 i 2, dodatkowo wyszczególniono wkręty 7a, 7b, 8c umożliwiające przymocowanie kabli elektrycznych do każdej z elektrod (wkręty 8a, 8b, 8d, 8e nie są widoczne). W przedstawionym położeniu element ruchomy 3 zwiera ze sobą elektrodę dolną 6a oraz boczne 5c, 5b, z tym, że 5b jest niewidoczna na rysunku.

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 adekwatny do zastosowania. Rutynowo wykona korpusy w różnych kształtach i z różnych materiałów, a także zaproponuje układy logiczne i mikroprocesorowe do odczytywania wskazań czujnika. Jest zatem jasnym, że przedstawione powyżej przykłady ujawniają wynalazek określony załączonymi zastrzeżeniami, nie ograniczając w żaden sposób zakresu ochrony, który z tych zastrzeżeń wynika.

Zastrzeżenia patentowe

1. Czujnik odchylenia od pionu zaopatrzony w ruchomy element (3) o sferycznej powierzchni wykonany z materiału przewodzącego umieszczony w przestrzeni (2) ograniczonej przez zestaw elektrod (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 6a, 6b), który jest zaopatrzony w zasadniczo graniasty lub cylindryczny korpus (1) oraz mieszczące się w nim elektrody górną i dolną oraz boczne, **znamienny tym**, że korpus ma rozmieszczone na obwodzie otwory (4a, 4b, 4c, 4d, 4e), w których są umieszczone przynajmniej trzy elektrody boczne (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) rozstawione tak, że odstęp między sąsiadującymi elektrodami bocznymi (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) są mniejsze od średnicy ruchomego elementu (3) oraz podstawę górną z elektrodą górną (6b) i podstawę

dolną z elektrodą dolną (6a), przy czym elektroda górna (6b) i elektroda dolna (6a) są rozstawione na odległość większą od średnicy ruchomego elementu (3) i są gładkie, i umieszczone naprzeciw siebie, zaś sąsiadujące ze sobą elektrody boczne (5a, 5b, 5c, 5d, 5e) są odizolowane od siebie oraz od elektrody górnej (6b) i dolnej (6a) lub zwarte wyłącznie przez ruchomy element (3), przy czym elektroda górna i dolna są wypukłe i odizolowane elektrycznie od siebie, a do elektrod bocznych (5a, 5b, 5c, 5d, 5e), górnej (6b) i dolnej (6a) jest dołączony układ wielowyjściowy logiczny zwracający na jednym z wyjść sygnał logiczny identyfikujący zwarcie elektrod bocznych z górną lub dolną.

2. Czujnik według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera pięć otworów, (4a, 4b, 4c, 4d, 4e) na obwodzie korpusu (1) i pięć elektrod bocznych, (5a, 5b, 5c, 5d, 5e).
3. Czujnik według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że ruchomy element (3) o sferycznej powierzchni (3) stanowi kulka ze stali łożyskowej.
4. Czujnik według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że ruchomy element (3) o sferycznej powierzchni stanowi kulka wykonana z materiału ceramicznego pokrytego warstwą przewodzącą prąd elektryczny.
5. Czujnik według dowolnego z zastrz. od 1 do 3, **znamienny tym**, że ruchomy element (3) jest pokryty warstwą ochronną.
6. Czujnik według dowolnego z zastrz. od 1 do 5, **znamienny tym**, że przynajmniej jedno z elektrod (5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 6a, 6b) oraz ruchomego elementu (3) jest pokryte warstwą ochronną.
7. Czujnik według zastrz. 5 albo 6, **znamienny tym**, że warstwa ochronna zawiera materiał wybrany z grupy obejmującej złoto, platynę i iryd.
8. Czujnik według zastrz. 7, **znamienny tym**, że elektrody górna (6b) i dolna (6a) są od siebie odizolowane elektrycznie.

Rysunki

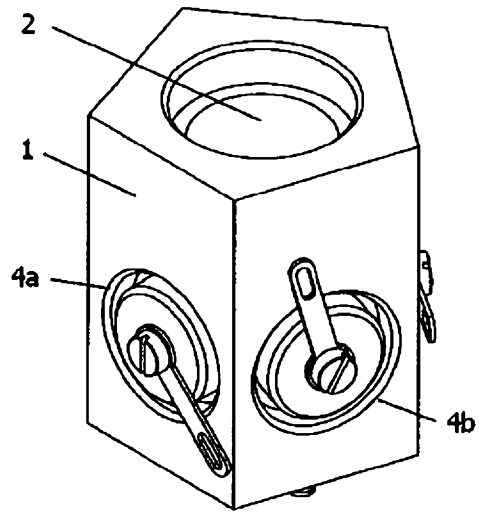


Fig. 1a

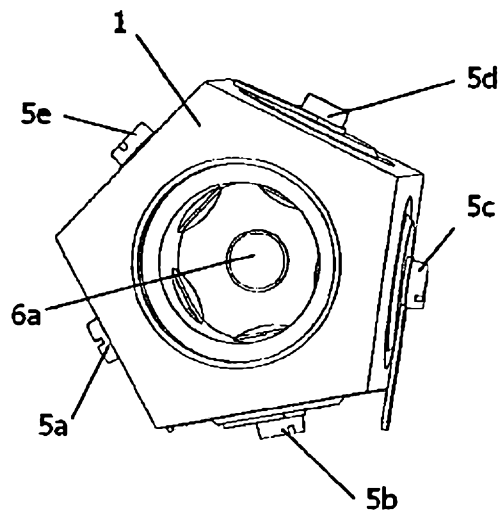


Fig. 1b

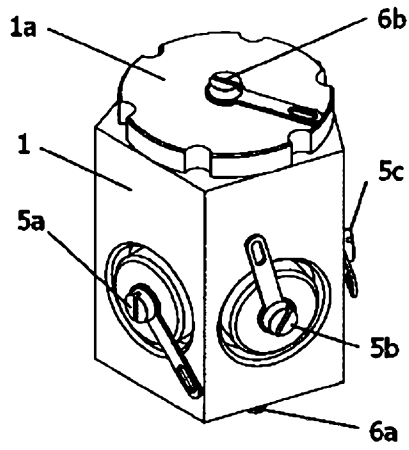


Fig. 1c

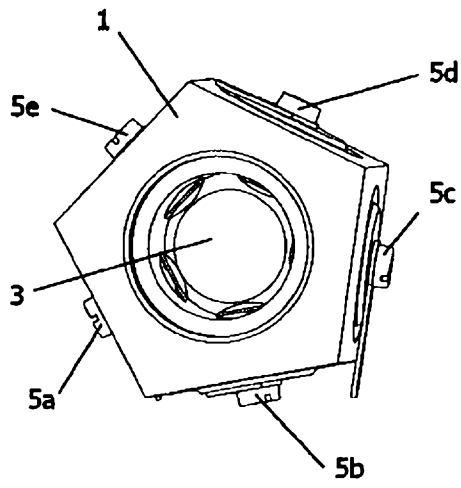


Fig. 1d

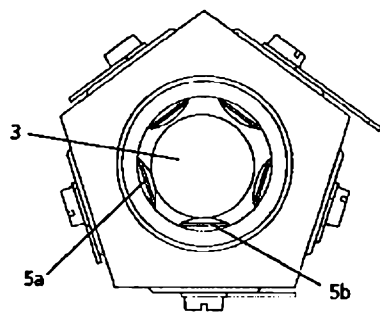


Fig. 2

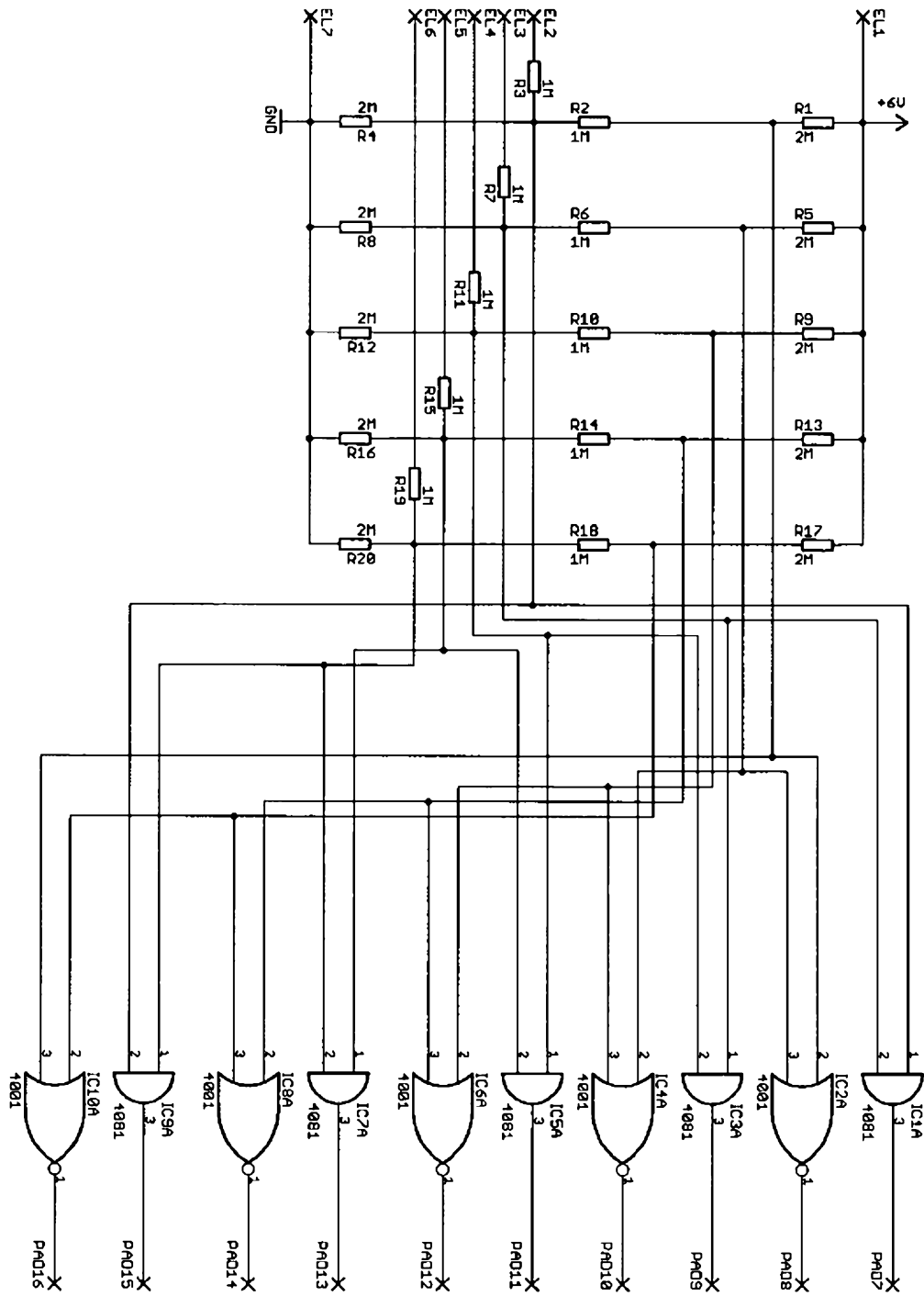


Fig. 3

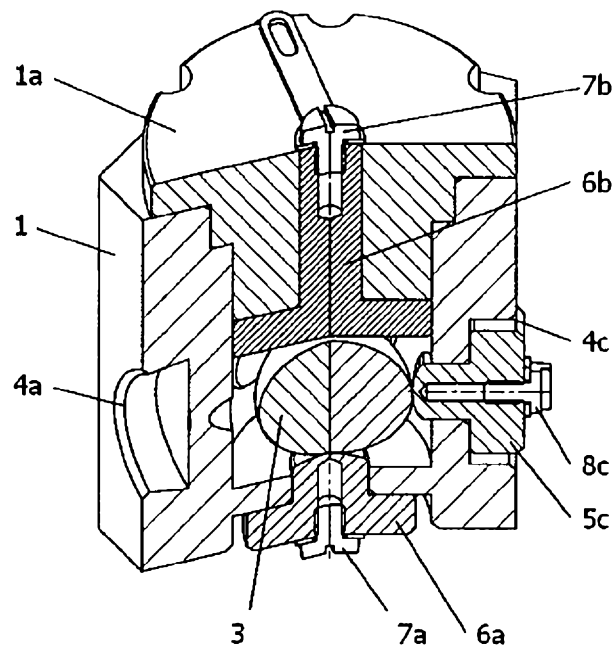


Fig. 4