

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **231928**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **404821**

(22) Data zgłoszenia: **23.07.2013**

(51) Int.Cl.

**G01C 3/00 (2006.01)**

**G01C 21/00 (2006.01)**

**G05D 1/02 (2006.01)**

**E21C 35/08 (2006.01)**

(54) **Sposób wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu  
oraz układ do wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**02.02.2015 BUP 03/15**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**30.04.2019 WUP 04/19**

(73) Uprawniony z patentu:

**KGHM POLSKA MIEDŹ SPÓŁKA AKCYJNA,  
Lubin, PL**

**POLITECHNIKA WROCŁAWSKA, Wrocław, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**TOMASZ SIWULSKI, Legnica, PL**

**KRZYSZTOF KRYSZTOFORSKI, Wrocław, PL**

**MARCIN MAJAK, Radomsko, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Monika Wojtkiewicz**

**PL 231928 B1**

## Opis wynalazku

Wynalazek dotyczy sposobu wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia lub obiektu oraz układu do wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia lub obiektu. Sposób i urządzenie znajdują zwłaszcza zastosowanie do określania położenia części narzędziowych będących ruchomym elementem układów roboczych, cechujących się długim i skomplikowanym łańcuchem połączeń kinematycznych.

Międzynarodowe zgłoszenie wynalazku WO 96/06264 ujawnia sposób sterowania i korygowania kierunku wiercenia z użyciem głowicy, z wykorzystaniem wiązki laserowej padającej na wirujący element zlokalizowany na głowicy, którego położenie jest wykrywane co najmniej w jednej pozycji kątowej za pomocą czujnika kąтового.

Opis patentowy US 6,898,503 dotyczy sposobu wyznaczania położenia maszyny górniczej poprzez pomiar odległości w relacji do rotacji kół, a nadto wyznaczania położenia w odstępach czasowych poprzez określanie profili ścian i porównywanie profili z zachowanymi w pamięci urządzenia sterującego. W rozwiązaniu skanuje się powierzchnie ścian z jednoczesnym pomiarem odległości, co pozwala na określanie położenia pojazdu względem ścian i ewentualnie innych elementów korytarza.

Z kolei opis patentowy US 7,191,060 ujawnia sposób automatycznego prowadzenia maszyny górniczej, w którym droga jest wyznaczona przez kolejne ustalone punkty – źródła sygnału umieszczone wzdłuż trasy komunikacyjnej, a lokalizacja następuje z użyciem urządzenia pozycjonującego znajdującego się na maszynie. Rozwiązanie wymaga umieszczenia odpowiednich znaczników trasy w kopalni.

Znane są, pod nazwą ladaru, urządzenia skanujące powierzchnie przy pomocy wiązki laserowej wykorzystujące osadzone obrotowo źródła emisji wiązki świetlnej z jednoczesną rejestracją parametrów kierunkowych wiązki światła laserowego oraz odległości od powierzchni. Znane są także układy określające położenie narzędzia umieszczonego na końcu łańcucha kinematycznego maszyny roboczej, działające w oparciu o odczyt wartości kątów lub przemieszczeń rejestrowanych w każdej parze kinematycznej wchodzącej w skład części ruchomej maszyny roboczej. Rozwiązanie tego typu wymaga wykorzystania przetworników w liczbie co najmniej odpowiadającej liczbie par kinematycznych oraz zasadniczo nie zapewnia możliwości korygowania błędów odczytu położenia wynikających np. z deformacji elementów w łańcuchu kinematycznym.

Celem wynalazku jest dostarczenie sposobu wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia lub obiektu oraz układu do wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia lub obiektu, które zwłaszcza znajdują zastosowanie do określania położenia części narzędziowych będących ruchomym elementem układów roboczych cechujących się długim i skomplikowanym łańcuchem połączeń kinematycznych.

Sposób wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obiektu albo otoczenia z użyciem zespołu emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności, źródła emisji wiązki świetlnej, zespołu fotodetektorowego do wykrywania emitowanej wiązki świetlnej, dalmierza sprzężonego z zespołem emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz urządzenia sterująco-rejestrującego według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności mocowany do urządzenia/obiektu albo zamocowany w jego otoczeniu, który to zespół emisji obejmuje co najmniej jedno źródło emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności osadzone wychylnie na zespole wsporczym zapewniającym ruch względem dwóch prostopadłych osi, przy czym z każdym źródłem emisji wiązki świetlnej jest sprzężony dalmierz przyporządkowany niezależnie do tego źródła emisji wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy osadzony sztywno na ruchomej części urządzenia/obiektu, który to zespół fotodetektorowy obejmuje co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową zawierającą wiele elementów fotoczułych do wykrywania wiązki świetlnej emitowanej przez źródło emisji wiązki świetlnej i określania położenia miejsca padania wiązki świetlnej na tej powierzchni fotodetektorowej, przy czym zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności umieszcza się tak, aby w okresie pomiarowym zachować zasadniczo nieprzerwaną komunikację optyczną z zespołem fotodetektorowym, i zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy sprzęga się z urządzeniem sterująco-rejestrującym zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor, i emitując wiązkę świetlną w kierunku co najmniej jednej powierzchni fotodetektorowej rejestruje się dane obejmujące pierwsze współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową oraz drugie współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej na wymienioną powierzchnię fotodetektorową, oraz przetwarza się dane aby wykryć

przemieszczenie miejsca padania wiązki świetlnej od położenia o pierwszych współrzędnych do położenia o drugich współrzędnych, i generuje się sygnał dla zespołu wsporczego źródła emisji wiązki świetlnej do wykonania naprowadzania źródła emisji wiązki świetlnej, aby przemieścić miejsce padania wiązki świetlnej od położenia o drugich współrzędnych do położenia o pierwszych współrzędnych, rejestruje się zmiany wartości kątów wychylenia źródła emisji wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi, a także rejestruje się odległości między źródłem emisji wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową zgodnie w czasie, odpowiednio, z pomiarem pierwszych współrzędnych i drugich współrzędnych, i w oparciu o zarejestrowane wartości kątów i odległości wyznacza się zmienione położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.

Korzystnie, jako źródło emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności stosuje się źródło emisji wiązki świetlnej spolaryzowanej i monochromatycznej, takie jak urządzenie laserowe. W szczególności, zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy sprzęga się z urządzeniem sterująco-rejestrującym przewodowo, albo z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej, albo z wykorzystaniem kombinacji tych połączeń.

Korzystnie, stosuje się zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności zawierający jedno źródło emisji wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy zawierający jedną powierzchnię fotodetektorową i wyznacza się w trybie ciągłym położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.

Ewentualnie, stosuje się zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności zawierający jedno źródło emisji wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy zawierający trzy powierzchnie fotodetektorowe sztywno osadzone względem siebie tak, aby powierzchnie fotodetektorowe znajdowały się we wzajemnym położeniu nie-współliniowym, i wyznacza się w trybie ciągłym położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, i ewentualnie wyznacza się w trybie nieciągłym kąty wychylenia ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.

W jeszcze innej realizacji, stosuje się zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności zawierający trzy źródła emisji wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy zawierający trzy powierzchnie fotodetektorowe sztywno osadzone względem siebie tak, aby powierzchnie fotodetektorowe znajdowały się we wzajemnym położeniu nie-współliniowym, przy czym każde źródło emisji wiązki świetlnej współpracuje tylko z jedną, jednoznacznie przyporządkowaną do tego źródła emisji wiązki świetlnej powierzchnią fotodetektorową, i wyznacza się w trybie ciągłym położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, oraz wyznacza się w trybie ciągłym kąty wychylenia ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.

Korzystnie, jako powierzchnię fotodetektorową zespołu fotodetektorowego stosuje się matrycę cyfrową albo zespół wielu półprzewodnikowych elementów fotoczułych w rozmieszczeniu sąsiadującym i regularnym. W szczególności, stosuje się urządzenie lub obiekt, który jest górniczym urządzeniem lub obiektem, i wyznacza się położenie ruchomej części roboczej połączonej łańcuchem kinematycznym z górniczym urządzeniem lub obiektem, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, oraz ewentualnie wyznacza się kąty wychylenia ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia. Jako górnicze urządzenie stosuje się, zwłaszcza, kopalniany wóz wiertniczy do wykonywania otworów strzałowych, i wyznacza się położenie ramy wiertarki, względem kopalnianego wozu wiertniczego, oraz ewentualnie wyznacza się kąty wychylenia ramy wiertarki, względem kopalnianego wozu wiertniczego.

Układ do wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, obejmujący zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności, źródło emisji wiązki świetlnej, zespół fotodetektorowy do wykrywania emitowanej wiązki świetlnej, dalmierz sprzężony z zespołem emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz urządzenie sterująco-rejestrujące, według wynalazku charakteryzuje się tym, że zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności jest umocowany na urządzeniu/obiekcie albo w jego otoczeniu, który to zespół emisji obejmuje co najmniej jedno źródło emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności osadzone wychylnie na zespole wsporczym zapewniającym ruch względem dwóch prostopadłych osi, przy czym z każdym źródłem emisji wiązki świetlnej jest sprzężony dalmierz przyporządkowany niezależnie do tego źródła emisji wiązki świetlnej, a zespół fotodetektorowy jest osadzony na ruchomej części urządzenia/obiektu i obejmuje co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową zawierającą wiele elementów fotoczułych do wykrywania wiązki świetlnej emitowanej przez źródło emisji wiązki świetlnej i określania położenia miejsca padania wiązki

światłnej na tej powierzchni fotodetektorowej, który to zespół emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności jest rozmieszczony tak, aby w okresie pomiarowym znajdował się zasadniczo w nieprzerwanej komunikacji optycznej z zespołem fotodetektorowym, przy czym zespół emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor, do rejestracji danych obejmujących pierwsze współrzędne położenia miejsca padania wiązki światłnej na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową, drugie współrzędne położenia miejsca padania wiązki światłnej na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową, oraz do przetwarzania danych aby wykryć przemieszczenie miejsca padania wiązki światłnej od położenia o pierwszych współrzędnych do położenia o drugich współrzędnych, aby generować dla zespołu wsporczego źródła emisji wiązki światłnej sygnał naprowadzania źródła emisji wiązki światłnej do przemieszczenia miejsca padania wiązki światłnej od położenia o drugich współrzędnych do położenia o pierwszych współrzędnych, oraz do rejestracji pary kątów wychylenia źródła emisji wiązki światłnej względem dwóch prostopadłych osi, jak i odległości między źródłem emisji wiązki światłnej i powierzchnią fotodetektorową, aby w oparciu o zarejestrowane wartości kątów i odległości wyznaczyć zmienione położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.

Korzystnie, zespół wsporczy jest wyposażony w zespoły napędowe do zapewnienia ruchu źródła emisji wiązki światłnej względem dwóch prostopadłych osi oraz przetworniki kąta do pomiaru kątów, które to zespoły napędowe oraz przetworniki kąta są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym. W szczególności, źródłem emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności jest źródło emisji wiązki światłnej spolaryzowanej i monochromatycznej, takie jak urządzenie laserowe. Zespół emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy są, zwłaszcza, sprzężone do komunikacji elektrycznej z urządzeniem sterująco-rejestrującym przewodowo, albo z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej, albo z wykorzystaniem kombinacji tych połączeń.

Korzystnie, zespół emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności zawiera jedno źródło emisji, a zespół fotodetektorowy zawiera jedną powierzchnię fotodetektorową.

Ewentualnie, zespół emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności zawiera jedno źródło emisji wiązki światłnej, a zespół fotodetektorowy zawiera trzy powierzchnie fotodetektorowe sztywno osadzone względem siebie, które to powierzchnie fotodetektorowe są rozmieszczone nie-współliniowo.

W innej realizacji, zespół emisji wiązki światłnej o niskiej rozbieżności zawiera trzy źródła emisji wiązki światłnej, a zespół fotodetektorowy zawiera trzy powierzchnie fotodetektorowe sztywno osadzone względem siebie, które to powierzchnie fotodetektorowe są rozmieszczone nie-współliniowo, przy czym do każdego ze źródeł emisji wiązki światłnej jest przyporządkowana jednoznacznie tylko jedna spośród powierzchni fotodetektorowych.

Korzystnie, powierzchnię fotodetektorową zespołu fotodetektorowego stanowi matryca cyfrowa albo zespół wielu półprzewodnikowych elementów fotoczułych w rozmieszczeniu sąsiadującym i regularnym.

W szczególności, urządzeniem lub obiektem jest górnicze urządzenie lub obiekt, którego ruchomą częścią jest część robocza połączona łańcuchem kinematycznym z górniczym urządzeniem lub obiektem. Górniczym urządzeniem jest, zwłaszcza, kopalniany wóz wiertniczy do wykonywania otworów strzałowych, a ruchomą częścią jest rama wiertarki.

W rozwiązaniu według wynalazku uzyskuje się efekt śledzenia za pomocą wiązki światłnej (emitowanej przez źródło emisji wiązki światłnej) miejsca znajdującego się na powierzchni fotodetektorowej zespołu fotodetektorowego (który to zespół jest sztywno połączony z ruchomą częścią urządzenia lub obiektu) oświetlanego przez tę emitowaną wiązkę, tj. położenia plamki światłnej na powierzchni fotodetektorowej. Zespół fotodetektorowy wykrywa położenie plamki, przekazuje dane do zespołu sterująco-rejestrującego, który przypisuje plamce dane identyfikacyjne położenia, na przykład współrzędne położenia na powierzchni fotodetektorowej, i zapamiętuje położenie plamki. Synchronicznie z wykryciem położenia plamki i niezależnie od wykrycia położenia plamki, dalmierz sprzężony ze źródłem emisji wiązki światłnej wyznacza odległość pomiędzy źródłem emisji wiązki światłnej a powierzchnią fotodetektorową.

W następstwie przemieszczenia się plamki światłnej na powierzchni fotodetektorowej, zespół sterująco-rejestrujący na podstawie nowych danych przekazanych z zespołu fotodetektorowego, przekazuje do zespołu wsporczego źródła emisji wiązki światłnej sygnał do wykonania naprowadzania źródła emisji wiązki światłnej do zadanego położenia, tj. do położenia o współrzędnych odpowiadającym pierwotnemu położeniu plamki światłnej.

Układ sterująco-rejestrujący po odczytaniu położenia oświetlanego pola powierzchni fotodetektorowej identyfikuje kierunek przesunięcia, po czym reaguje zmianą kątów wychylenia źródła emisji wiązki świetlnej w taki sposób, aby osiągnąć stan oświetlenia wiązką miejsca powierzchni fotodetektorowej o zadanych współrzędnych. W trybie równoczesnym określa się kąty wychylenia źródła emisji wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi oraz odległości pomiędzy źródłem emisji wiązki świetlnej a oświetlonym wiązką miejscem na powierzchni fotodetektorowej. W następstwie przetworzenia cyfrowego zebranych danych uzyskuje się jednoznaczny identyfikację położenia zdefiniowanego punktu materialnego w przestrzeni. Układ sterująco-rejestrujący zapewnia śledzenie wybranego miejsca powierzchni fotodetektorowej za pomocą wiązki świetlnej emitowanej przez źródło emisji wiązki świetlnej, którym to miejscem może być na przykład środek powierzchni fotodetektorowej. A zatem przemieszczenie się obiektu w tej konfiguracji nie zaburza procesu pomiaru, co w efekcie umożliwia dokonywanie pomiaru ciągłego.

W kolejnych krokach pomiarowych realizuje się śledzenie za pomocą wiązki świetlnej, emitowanej przez źródło emisji wiązki świetlnej, miejsca znajdującego się na powierzchni fotodetektorowej zespołu fotodetektorowego, a na podstawie danych mierzonych i rejestrowanych w kolejnych krokach, tj. odległości od źródła emisji wiązki świetlnej do powierzchni fotodetektorowej i wartości kątowych zmian położenia wychylnego źródła emisji wiązki świetlnej, wyznacza się położenie ruchomej części, do której sztywno jest zamocowany zespół fotodetektorowy. Rejestracja i przeliczanie danych do wyznaczenia aktualnego położenia są wykonywane w urządzeniu sterująco-rejestrującym.

Ponieważ zespół emisji wiązki świetlnej, a zatem i zespół wsporczy, na którym jest osadzone źródło emisji wiązki świetlnej, są zamontowane na urządzeniu lub obiekcie, względem którego przeprowadza się wyznaczanie położenia części ruchomej urządzenia lub obiektu, albo są zamontowane na nieruchomej strukturze w otoczeniu urządzenia lub obiektu, to sposób według wynalazku zapewnia wyznaczanie położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obiektu, albo otoczenia, niezależnie od tego jak długi i jak złożony jest łańcuch kinematyczny zestawiony pomiędzy urządzeniem/obiektem, a ruchomą częścią urządzenia/obiektu (na której zamocowany jest zespół fotodetektorowy). W zależności od wariantu rozwiązania zespołu emisji wiązki świetlnej i od wariantu rozwiązania zespołu fotodetektorowego, sposób według wynalazku zapewnia zróżnicowane poziomy szczególności danych dotyczących określenia położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu (wyznaczanie w trybie ciągłym współrzędnych położenia punktu materialnego na ruchomej części urządzenia lub obiektu, wyznaczanie w trybie ciągłym współrzędnych położenia punktu materialnego na ruchomej części urządzenia lub obiektu wraz z wyznaczaniem w trybie nieciągłym kątów wychylenia ruchomej części urządzenia lub obiektu, wyznaczanie w trybie ciągłym współrzędnych położenia punktu materialnego na ruchomej części urządzenia lub obiektu wraz z wyznaczaniem w trybie ciągłym kątów wychylenia ruchomej części urządzenia lub obiektu).

Rozwiązanie według wynalazku jest zilustrowane dodatkowo rysunkiem, na którym fig. 1a przedstawia schematycznie układ według wynalazku do wyznaczania położenia ruchomej części, w widoku z boku, fig. 1b przedstawia schematycznie układ według wynalazku do wyznaczania położenia ruchomej części, w widoku z góry, fig. 2 przedstawia przykładową realizację zespołu wsporczego dla źródła emisji wiązki świetlnej, fig. 3 przedstawia maszynę roboczą mającą ramę wiertarki w połączeniu ruchomym z korpusem maszyny roboczej wyposażoną w układ według wynalazku do wyznaczania położenia ruchomej części – ramy wiertarki, a fig. 4 przedstawia przykładowy zespół fotodetektorowy mający trzy powierzchnie fotodetektorowe.

Fig. 1a i 1b przedstawiają schematycznie układ według wynalazku do wyznaczania położenia ruchomej części, odpowiednio, w widoku z boku i z góry. Układ obejmuje zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności sprzężony z dalmierzem. Wymieniony zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności wraz z dalmierzem jest zamocowany na urządzeniu lub obiekcie (nie pokazanym), względnie w otoczeniu tego urządzenia lub obiektu. W skład zespołu emisji 1 wiązki świetlnej 2 wchodzi co najmniej jedno źródło emisji 3 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności. Każde źródło emisji 3 wiązki świetlnej jest osadzone wychylnie na zespole wsporczym 4 (pokazanym w przykładzie realizacji na fig. 2) skonstruowanym tak, aby zapewnić ruch względem dwóch prostopadłych osi, poziomej X i pionowej Y. Układ według wynalazku obejmuje ponadto zespół fotodetektorowy 5 do wykrywania emitowanej wiązki świetlnej 2. Zespół fotodetektorowy 5 jest osadzony na ruchomej części 6 urządzenia lub obiektu, która to ruchoma część 6 jest – na przykład – osadzona ruchomo za pośrednictwem przegubu 7. Zespół

fotodetektorowy 5 obejmuje co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową 8 zawierającą wiele elementów fotoczułych do wykrywania wiązki świetlnej 2 emitowanej przez źródło emisji 3 wiązki świetlnej i określania położenia miejsca padania wiązki świetlnej 2, na tej powierzchni fotodetektorowej 8.

W trakcie pomiaru zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności jest rozmieszczony tak, aby znajdował się zasadniczo w nieprzerwanej komunikacji optycznej z zespołem fotodetektorowym 5. W obrębie niniejszego opisu wynalazku i zastrzeżeń patentowych, termin zasadniczo nieprzerwana komunikacja optyczna oznacza komunikację optyczną w ośrodku powietrza atmosferycznego, która może ulec okresowemu pogorszeniu wskutek zmniejszonej przejrzystości powietrza atmosferycznego, ale która to zmniejszona przejrzystość (choć może ograniczać kontakt wzrokowy) nie stanowi przeszkody dla wiązki świetlnej 2 emitowanej przez źródło emisji 3 wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności.

W szczególności, pomiędzy zespołem emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności (a zatem i źródłem emisji 3 wiązki świetlnej) a zespołem fotodetektorowym 5, w trakcie wyznaczania położenia ruchomej części 6 urządzenia lub obiektu, nie znajduje się żadna stała przeszkoda optyczna.

Zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy 5 są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym 9 zawierającym co najmniej procesor i pamięć programowalną do rejestracji danych obejmujących pierwsze współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej 2 na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową 8, drugie współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową 8, odległości  $R$  między źródłem emisji 3 wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową 8, oraz do przetwarzania danych, aby wykryć przemieszczenie miejsca padania wiązki świetlnej 2 od położenia o pierwszych współrzędnych do położenia o drugich współrzędnych, oraz do generowania (dla zespołu wsporczego 4 źródła emisji 3 wiązki świetlnej) sygnału naprowadzania źródła emisji 3 wiązki świetlnej, aby przemieścić miejsce padania wiązki świetlnej 2 od położenia o drugich współrzędnych do położenia o pierwszych współrzędnych. Wymienione przemieszczenie polega na odpowiednim wychyleniu źródła emisji 3 wiązki świetlnej, które jest realizowane poprzez obrót wokół osi  $X$  o kąt  $\alpha$  oraz osi  $Y$  o kąt  $\beta$ , przy czym kąty  $\alpha$  i  $\beta$  wychylenia źródła emisji 3 wiązki świetlnej – w relacji do uprzedniego położenia – są rejestrowane przez urządzenie sterująco-rejestrujące 9. Urządzenie sterująco-rejestrujące 9 zachowuje także w pamięci odległości  $R$  między źródłem emisji 3 wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową 8, zmierzone, odpowiednio, przy wyznaczaniu pierwszych współrzędnych położenia miejsca padania wiązki świetlnej 2 na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową 8, oraz przy wyznaczaniu drugich współrzędnych położenia miejsca padania wiązki świetlnej 2 na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową 8. W oparciu o zarejestrowane wartości kątów  $\alpha$  i  $\beta$  oraz odległości  $R$ , urządzenie sterująco-rejestrujące 9 wyznacza zmienione położenie ruchomej części 6 urządzenia lub obiektu względem urządzenia lub obiektu. W toku manewrowania ruchomą częścią 6 urządzenia lub obiektu, wyznaczanie położenia ruchomej części 6 urządzenia lub obiektu względem urządzenia lub obiektu jest dalej kontynuowane; urządzenie sterująco-rejestrujące 9 rejestruje kolejne sygnały z zespołu fotodetektorowego 5 co do współrzędnych położenia miejsca padania wiązki świetlnej 2, koryguje położenie źródła emisji 3 wiązki świetlnej poprzez odpowiednie wychylenie względem osi  $X$  i  $Y$ , rejestruje zmiany wartości kątów względem osi  $X$  i  $Y$  oraz wartości odległości  $R$  w kolejnych położeniach części ruchomej 6.

Zespół wsporczy 4 źródła emisji 3 wiązki świetlnej jest tak skonstruowany, aby umożliwić ruch źródła emisji 3 wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi  $X$ ,  $Y$ . Taką funkcjonalność zespołu wsporczego 4 można uzyskać z wykorzystaniem różnych rozwiązań technicznych, przykładowo z użyciem aktuatora liniowego (takiego jak siłownik hydrauliczny) połączonego bezpośrednio z wychylną płytą, na której jest osadzone źródło emisji 3 wiązki świetlnej, albo z użyciem zębatego płaskiej współpracującej z kołem zębatym. Fig. 2 przedstawia jeszcze inne, przykładowe rozwiązanie zespołu wsporczego 4 źródła emisji 3 wiązki świetlnej. W tym rozwiązaniu źródło emisji 3 wiązki świetlnej ma zapewniony ruch obrotowy względem osi  $Y$  osadzonej obrotowo w ramie wewnętrznej 10, która to rama wewnętrzna 10 z kolei ma zapewniony ruch obrotowy względem osi  $X$  osadzonej obrotowo w ramie zewnętrznej 11. Wymiary ramy zewnętrznej 11 są tak dobrane, aby umożliwić ruch wychylny ramy wewnętrznej 10 względem płaszczyzny ramy zewnętrznej 11. Rama wewnętrzna 10 i rama zewnętrzna 11 są ukształtowane jako ramy w przybliżeniu kwadratowe, ale mogą też być inaczej ukształtowane, na przykład do postaci współśrodkowych pierścieni.

Korzystnie, zmiany kątów wychylenia źródła emisji 3 wiązki świetlnej względem osi  $X$  i  $Y$  są dokonywane z użyciem sterowanych przez zespół sterująco-rejestrujący 9 podzespołów napędowych, a wartości kątowe  $\alpha$  i  $\beta$  zmian wychylenia źródła emisji 3 rejestruje się za pomocą czujników, zwłaszcza z użyciem przetworników kąta.

W korzystnej praktycznej realizacji, do każdej osi obrotu X, Y źródła emisji 3 wiązki świetlnej jest przyporządkowany silnik krokowy oraz przetwornik kąta. Kąt obrotu silnika krokowego jest tożsamy z kątem obrotu względem danej osi oraz z kątem rejestrowanym przez przetwornik kąta. Ewentualnie w rozwiązaniu zespołu wsporczego 4 stosuje się serwo-silniki mające zintegrowane przetworniki kąta.

Jako źródło emisji 3 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności, w sposobie według wynalazku, a także w układzie według wynalazku, korzystnie stosuje się źródło emisji 3 wiązki świetlnej spolaryzowanej i monochromatycznej, takie jak urządzenie laserowe. Urządzenie laserowe zapewnia generowanie plamki świetlnej na powierzchni fotodetektorowej 8 o możliwie małych rozmiarach i ostrym rozgraniczeniu pola oświetlanego od pola cienia. Bardziej korzystnie, źródłem emisji 3 jest urządzenie laserowe zawierające laser gazowy, laser na ciele stałym lub półprzewodnikowy emitujący wiązkę światła w zakresie widzialnym lub bliskiej podczerwieni, jeszcze bardziej korzystnie w zakresie 380–1100 nm, a zwłaszcza w zakresie 580–950 nm.

Urządzenie laserowe jest sprzężone z dalmierzem. Dalmierz stanowi urządzenie do określania odległości od obiektu nieprzezroczystego dla emitowanej wiązki świetlnej, która to wiązka świetlna korzystnie jest emitowana przez urządzenie laserowe stosowane w niniejszym wynalazku. Pomiar odległości z użyciem dalmierza polega na określeniu czasu przelotu (pomiar okresu czasu upływającego między wysłaniem wiązki świetlnej do wykrycia odbitej wiązki świetlnej), lub ewentualnie na wyznaczeniu przesunięcia fazowego fali świetlnej. Korzystnie, w rozwiązaniu według wynalazku stosuje się dalmierz działający na zasadzie czasu przelotu.

Korzystnie, plamka świetlna generowana przez wiązkę świetlną 2 padającą na powierzchnię fotodetektorową 8 ma w przybliżeniu takie rozmiary, aby średnica plamki (określana jako największa odległość pomiędzy rozgraniczeniem pola oświetlanego i pola cienia po przeciwległych stronach plamki) była równa lub większa od odległości pomiędzy środkami sąsiadujących elementów fotoczułych na powierzchni fotodetektorowej 8. Zapewnia to wykrywanie plamki świetlnej na powierzchni fotodetektorowej 8 niezależnie od miejsca padania wiązki świetlnej 2 na powierzchnię fotodetektorową 8. W przypadku, gdy wiązka świetlna 2 jest skierowana poza obszar powierzchni fotodetektorowej 8 i zespół fotodetektorowy 5 nie wysyła do urządzenia sterująco-rejestrującego 9 sygnału identyfikującego współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej 2, urządzenie sterująco-rejestrujące 9 jest zaprogramowane tak, aby z odpowiednim opóźnieniem zainicjować urządzenie laserowe sprzężone z dalmierzem do pracy w trybie przemiatania wiązką świetlną wybranego obszaru przestrzeni, w której znajduje się część ruchoma 6 urządzenia lub obiektu, do wykrycia wiązki świetlnej 2 przez zespół fotodetektorowy 5, oraz jest zaprogramowane tak, aby w następstwie wykrycia wiązki świetlnej 2 przez zespół fotodetektorowy 5 przywrócić tryb pomiarowy.

Korzystnie, powierzchnia fotodetektorowa 8 jest powierzchnią zasadniczo płaską zawierającą wiele półprzewodnikowych elementów fotoczułych (takich jak fotodiody, fototranzystory, fotorezystory) rozmieszczonych sąsiadująco i w zagęszczeniu (bez pozostawiania zbędnych odstępów między elementami), bardziej korzystnie z zachowaniem warunku, aby odległość pomiędzy środkami bezpośrednio sąsiadujących elementów fotoczułych była równa albo mniejsza od średnicy plamki świetlnej określonej powyżej. Jeszcze bardziej korzystnie, półprzewodnikowe elementy fotoczułe są rozmieszczone w kolumnach i rzędach, w układzie regularnym, albo naprzemiennie, przy czym rozmiary powierzchni fotodetektorowej 8 są ograniczone przez boki figury geometrycznej, zwłaszcza okręgu albo wielokąta foremnego. Wielokątem foremnym jest zwłaszcza kwadrat, sześciokąt albo ośmiokąt.

Ewentualnie powierzchnia fotodetektorowa 8 jest powierzchnią zasadniczo płaską zawierającą matrycę cyfrową, taką jak na przykład matryca CMOS lub matryca CCD.

Sposób i układ według wynalazku zapewniają skuteczne wyznaczanie położenia ruchomej części 6 urządzenia lub obiektu nawet w warunkach silnego zapylenia, występującego w kopalniach. Ponadto w rozwiązaniu według wynalazku nie ma potrzeby stosowania wielu czujników osadzonych na poszczególnych elementach łańcucha kinematycznego, wskutek czego ograniczona jest podatność na uszkodzenia mechaniczne, na które narażone są zwłaszcza górnicze urządzenia wykorzystywane przy wykonywaniu prac wiertniczych. W związku z powyższym sposób i układ według wynalazku mają zastosowanie, zwłaszcza, do kopalnianego wozu wiertniczego, aby wyznaczać położenie ramy wiertarki dla precyzyjnego wykonania otworów strzałowych.

Fig. 3 przedstawia schematycznie kopalniany wóz wiertniczy 13, mający ramę wiertarki 12 osadzoną ruchomo na wozie wiertniczym 13, między innymi za pośrednictwem przegubów 15, 16, 17. Ułożenie ramy wiertarki 12 w przestrzeni determinuje jednocześnie położenie samej wiertarki 14, gdyż te dwa elementy są ze sobą połączone w taki sposób, że możliwy jest tylko wysuw wiertarki 14 względem

osi wzdłużnej ramy 12. W pracach strzałowych konieczne jest uwzględnienie zasady, iż wiercenie otworów, zwłaszcza strzałowych, wykonuje się tak, aby umiejscowić je względem siebie w określonej odległości z zachowaniem określonych położeń kątowych. W szczególnych przypadkach jest wymagane, aby otwory strzałowe rozmieścić równolegle względem siebie. Kopalniany wóz wiertniczy 13 jest wyposażony w układ według wynalazku obejmujący zespół emisji 1 wiązki świetlnej 2 o niskiej rozbieżności zawierający źródło emisji 3 wiązki świetlnej, takie jak laser (wraz z dalmierzem we wspólnej obudowie) zamontowany na zespole wsporczym 4. Zespół wsporczy 4 jest osadzony sztywno na konstrukcji wozu wiertniczego 13. Na ramie 12 wiertarki znajduje się zespół fotodetektorowy 5, zawierający trzy powierzchnie fotodetektorowe 8 (co pokazano na fig. 4) zestawione nie-współliniowo i mocowane do wspornika 18 sztywno osadzonego na ramie wiertarki 12. Zespół sterująco-rejestrujący 9 w komunikacji bezprzewodowej z zespołem fotodetektorowym 5 oraz w komunikacji przewodowej z zespołem emisji 1 (wraz z dalmierzem) i zespołem wsporczym 4, jest osadzony na wozie wiertniczym 13. Dla każdej powierzchni fotodetektorowej 8 jest przyporządkowany obszar tej powierzchni, korzystnie odpowiadający pojedynczemu fotoelementowi powierzchni fotodetektorowej 8 zlokalizowanemu w przybliżeniu w środku powierzchni fotodetektorowej 8, której to lokalizacji odpowiada zespół współrzędnych zapamiętanych w pamięci zespołu sterująco-rejestrującego 9. Obszar ten jest dalej nazywany obszarem centralnym. Uruchamiając układ do wyznaczania położenia ramy 12 wiertarki, wskazuje się i zapamiętuje położenie ramy 12 wiertarki będące położeniem bazowym, względem którego następnie określa się położenia chwilowe ramy 12 wiertarki. Bazowe położenie jest zachowywane w pamięci układu sterująco-rejestrującego 9 w oparciu o zarejestrowane położenia obszarów centralnych trzech powierzchni fotodetektorowych 8, w efekcie czego wszystkie następne położenia ramy 12 wiertarki są określane w odniesieniu do położenia bazowego. Jedna z powierzchni fotodetektorowych 8 jest wyznaczona jako prowadząca, i jest wykorzystywana do określenia położenia tej powierzchni fotodetektorowej 8, a zarazem i ramy 12 wiertarki. Wiązka świetlna, która początkowo oświetla centralny obszar prowadzącej powierzchni fotodetektorowej 8, w trakcie ruchów ramy wiertniczej przemieszcza się, co jest sygnalizowane przez zespół fotodetektorowy 5 do zespołu sterująco-rejestrującego 9, który wysyła sygnał aby skorygować położenie źródła emisji 3 wiązki świetlnej o kąty wychylenia  $\alpha$  i  $\beta$  względem dwóch prostopadłych osi X, Y (zgodnie z fig. 1a i 1b). Ponadto zespół sterująco-rejestrujący 9 rejestruje odległość R pomiędzy źródłem emisji 3 wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową 8 wyznaczaną przez dalmierz sprzężony ze źródłem emisji 3 wiązki świetlnej, jak pokazano na fig. 1a i 1b. Dane te umożliwiają określenie w czasie rzeczywistym położenia obszaru centralnego powierzchni fotodetektorowej 8 względem położenia bazowego, lecz tylko w zakresie przesunięć, bez możliwości śledzenia odchyłań kątowych ramy 12 wiertarki. Aby określić odchylenia kątowe, po zatrzymaniu ramy 12 wiertarki aktywuje się – automatycznie (na przykład z wykorzystaniem trybu przemiatańca do wykrycia pozostałych powierzchni fotodetektorowych 8) albo ręcznie – procedurę określenia zmian położenia kątowego obszarów centralnych pozostałych powierzchni fotodetektorowych 8. Po ustawieniu ramy 12 wiertarki w żądanym położeniu, uruchamia się procedurę sprawdzania położenia w przestrzeni obszarów centralnych trzech powierzchni fotodetektorowych 8, co prowadzi do wyznaczenia kątów odchylenia ramy 12. W rezultacie otrzymuje się położenie kątowe ramy 12 wiertarki względem położenia bazowego, co umożliwia stosowne korygowanie ustawienia ramy 12 wiertarki w toku dalszych prac przygotowania otworów strzałowych.

#### Przykład 1

Kopalniany wóz wiertniczy 13, mający ramę 12 wiertarki 14 osadzoną ruchomo na kopalnianym wozie wiertniczym 13, jest wyposażony w dalmierz DT500 A523 z laserem czerwonym, który jest zamocowany na zespole wsporczym 4 o konstrukcji przedstawionej na fig. 2. W zespole wsporczym 4 do każdej osi obrotu X, Y jest przyporządkowany silnik krokowy oraz przetwornik kąta. Kąt obrotu silnika krokowego jest tożsamy z kątem obrotu względem danej osi oraz z kątem rejestrowanym przez przetwornik kąta. Dalmierz z laserem oraz silniki krokowe i przetworniki kąta są w komunikacji przewodowej z zespołem sterująco-rejestrującym 9.

Na ramie wiertarki 12 jest osadzony sztywno zespół fotodetektorowy zawierający jedną powierzchnię fotodetektorową 8, która jest zestawiona z fototranzystorów TEMT7000X01 (o wymiarach około 1,5 x 3 mm) ułożonych w 25 rzędach po 25 sztuk (tj. w sumie 625 sztuk). Kształt powierzchni fotodetektorowej jest zbliżony do kwadratu o wymiarach 75 x 75 mm.

Czułość widmowa fototranzystora TEMT7000X01 jest wystarczająca w zakresie 500–1050 nm, a wysoka w zakresie 750–950 nm.



Kształt plamki świetlnej generowanej przez laser czerwony urządzenia DT500 A523 na powierzchni w odległości 5,0 m od źródła emisji jest zbliżony do elipsy o wymiarach 6,7 x 5,2 mm. Rozmiar plamki świetlnej jest zatem większy od rozmiaru pojedynczego fotelementu użytego do zestawienia powierzchni fotodetektorowej 8.

W niniejszym przykładzie stosuje się zatem zespół emisji 1 zawierający pojedyncze źródło emisji 3 wiązki świetlnej oraz zespół fotodetektorowy 5 zawierający jedną powierzchnię fotodetektorową 8, co zapewnia identyfikację położenia określonego punktu materialnego w przestrzeni. Na powierzchni fotodetektorowej 8 wyznaczony jest obszar centralny, którego położenie jest śledzone przez źródło emisji 3 wiązki świetlnej, zgodnie ze sposobem według wynalazku. Z wykorzystaniem zespołu sterująco-rejestrującego 9, układ według wynalazku śledzi położenie punktu centralnego powierzchni fotodetektorowej 8 w trakcie przemieszczania się ramy 12 wiertarki, rejestrując wartości kątów wychylenia  $\alpha$  i  $\beta$  oraz odległość R od źródła emisji 3 wiązki świetlnej do powierzchni fotodetektorowej 8. Na podstawie rejestrowanych wartości  $\alpha$ ,  $\beta$ , R w sposób ciągły wyznacza się położenie obszaru centralnego powierzchni fotodetektorowej 8 względem położenia bazowego, w trakcie przemieszczania się ramy 12 wiertarki.

#### Przykład 2

W niniejszym przykładzie stosuje się kopalniany wóz wiertniczy 13 z osadzoną ruchomo ramą 12 wiertarki 14, wyposażony jak w przykładzie 1 (dalmierz DT500 A523 z laserem czerwonym zamocowany na zespole wsporczym 4 mającym silniki krokowe oraz przetworniki kąta).

Na ramie 12 wiertarki jest osadzony sztywno zespół fotodetektorowy zawierający trzy (rozmişczone nie-współliniowo) powierzchnie fotodetektorowe 8, z których każda jest zestawiona tak, jak w przykładzie 1.

Dla każdej powierzchni fotodetektorowej 8 jest przyporządkowany obszar centralny, odpowiadający pojedynczemu fotelementowi powierzchni fotodetektorowej 8 zlokalizowanemu w przybliżeniu w środku powierzchni fotodetektorowej 8, której to lokalizacji odpowiada zespół współrzędnych zapamiętanych w pamięci zespołu sterująco-rejestrującego 9. Uruchamiając układ do wyznaczania położenia ramy 12 wiertarki, wskazuje się położenie ramy 12 wiertarki będące położeniem bazowym, względem którego następnie określa się położenia chwilowe ramy 12 wiertarki. Bazowe położenie jest zachowywane w pamięci układu sterująco-rejestrującego 9 w oparciu o zarejestrowane położenia obszarów centralnych trzech powierzchni fotodetektorowych 8, w efekcie czego wszystkie następne położenia ramy 12 wiertarki są określane w odniesieniu do położenia bazowego. Jedną z powierzchni fotodetektorowych 8 jest wyznaczona jako prowadząca jest wykorzystywana do określenia położenia tej powierzchni fotodetektorowej 8, a zarazem i ramy 12 wiertarki. Wiązka świetlna, która początkowo oświetla centralny obszar prowadzącej powierzchni fotodetektorowej 8, w trakcie ruchów ramy 12 wiertarki przemieszcza się względem wozu wiertniczego 13. Przemieszczenie plamki świetlnej jest sygnalizowane przez zespół fotodetektorowy 5 do zespołu sterująco-rejestrującego 9, który koryguje położenie źródła emisji 3 wiązki świetlnej o kąty wychylenia  $\alpha$  i  $\beta$  względem dwóch prostopadłych osi X, Y (zgodnie z fig. 1a i 1b). Ponadto zespół sterująco-rejestrujący 9 rejestruje odległość R pomiędzy źródłem emisji 3 i powierzchnią fotodetektorową 8 wyznaczaną przez dalmierz sprzężony ze źródłem emisji 3 wiązki świetlnej. Dane te umożliwiają określenie w czasie rzeczywistym położenia obszaru centralnego powierzchni fotodetektorowej 8 względem położenia bazowego, lecz tylko w zakresie przesunięć, bez możliwości śledzenia odchyłeń kątowych ramy 12 wiertarki. Po ustawieniu ramy 12 wiertarki w żądanym położeniu i zatrzymaniu ramy 12 wiertarki, aktywuje się automatyczną procedurę przemiataania wiązką świetlną 2 do znalezienia pozostałych powierzchni fotodetektorowych 8 i uruchamia się procedurę sprawdzania położenia w przestrzeni obszarów centralnych kolejno wykrytych powierzchni fotodetektorowych 8. W następstwie sprawdzenia położenia w przestrzeni obszarów centralnych trzech powierzchni fotodetektorowych 8 wyznacza się kąty odchylenia ramy 12. W rezultacie otrzymuje się położenie kątowe ramy 12 wiertarki względem położenia bazowego, co umożliwia stosowne korygowanie ustawienia ramy 12 wiertarki w toku dalszych prac przygotowania otworów strzałowych.

#### Przykład 3

W niniejszym przykładzie stosuje się kopalniany wóz wiertniczy 13, mający ramę 12 wiertarki osadzoną ruchomo na wozie wiertniczym 13, wyposażony w zespół emisji 1 wiązki świetlnej zawierający trzy źródła emisji 3 wiązki świetlnej, każde sprzężone z dalmierzem. Zespół emisji 1 obejmuje zatem trzy dalmierze DT500 A523 z laserem czerwonym, z których każdy jest osadzony na zespole wsporczym 4 mającym silniki krokowe oraz przetworniki kąta.

Na ramie 12 wiertarki jest osadzony sztywno zespół fotodetektorowy zawierający trzy powierzchnie fotodetektorowe 8 (rozmszczone nie-współliniowo), z których każda jest zestawiona tak, jak w przykładzie 1.

Dla każdej powierzchni fotodetektorowej 8 jest przyporządkowany obszar centralny, odpowiadający pojedynczemu fotoelementowi powierzchni fotodetektorowej 8 zlokalizowanemu w przybliżeniu w środku powierzchni fotodetektorowej 8, której to lokalizacji odpowiada zespół współrzędnych zapamiętanych w pamięci zespołu sterująco-rejestrującego 9. Uruchamiając układ do wyznaczania położenia ramy 12 wiertarki wskazuje się położenie ramy 12 wiertarki będące położeniem bazowym, względem którego następnie określa się położenia chwilowe ramy 12 wiertarki. Bazowe położenie jest zachowywane w pamięci układu sterująco-rejestrującego 9 w oparciu o zarejestrowane położenia obszarów centralnych trzech powierzchni fotodetektorowych 8, w efekcie czego wszystkie następne położenia ramy 12 wiertarki są określane w odniesieniu do położenia bazowego.

Ponadto, do każdej z trzech powierzchni fotodetektorowych 8 jest przyporządkowane jedno źródło emisji 3 wiązki świetlnej (wyposażone w dalmierz), które śledzi przyporządkowaną powierzchnię fotodetektorową 8. Wiązka świetlna 2, która początkowo oświetla centralny obszar prowadzącej powierzchni fotodetektorowej 8, w trakcie ruchów ramy 12 wiertarki przemieszcza się, co jest sygnalizowane przez zespół fotodetektorowy 5 do zespołu sterująco rejestrującego 9, który koryguje położenie źródła emisji 3 wiązki o kąty wychylenia  $\alpha$  i  $\beta$  względem dwóch prostopadłych osi X, Y (zgodnie z fig. 1a i 1b). Ponadto zespół sterująco-rejestrujący 9 rejestruje odległość R pomiędzy źródłem emisji 3 wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową 8 wyznaczaną przez dalmierz sprzężony ze źródłem emisji 3 wiązki świetlnej.

W rezultacie, każda przyporządkowana para: źródło emisji 3 wiązki świetlnej – powierzchnia fotodetektorowa 8, działa w niniejszym przykładzie tak jak w przykładzie 1, a zwiększenie do trzech liczby współpracujących i wzajemnie przyporządkowanych par: źródło emisji 3 wiązki świetlnej 2 – powierzchnia fotodetektorowa 8, umożliwia jednoczesne wykrywanie położenia trzech obszarów centralnych powierzchni fotodetektorowych 8 w przestrzeni, co zapewnia jednoznaczne wyznaczenie położenia obiektu. Ciągłe śledzenie położenia każdej powierzchni fotodetektorowej daje w efekcie możliwość ciągłego pomiaru położenia jak i kątów wychylenia ramy 12 wiertarki.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obektu albo otoczenia z użyciem zespołu emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności, źródła emisji wiązki świetlnej, zespołu fotodetektorowego do wykrywania emitowanej wiązki świetlnej, dalmierza sprzężonego z zespołem emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz urządzenia sterująco-rejestrującego, **znamienny tym**, że stosuje się zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności mocowany do urządzenia/obektu albo zamocowany w jego otoczeniu, który to zespół emisji (1) obejmuje co najmniej jedno źródło emisji (3) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności osadzone wychylnie na zespole wsporczym (4) zapewniającym ruch względem dwóch prostopadłych osi (X, Y), przy czym z każdym źródłem emisji (3) wiązki świetlnej (2) jest sprzężony dalmierz przyporządkowany niezależnie do tego źródła emisji (3) wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy (5) osadzony sztywno na ruchomej części (6) urządzenia/obektu, który to zespół fotodetektorowy (5) obejmuje co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową (8) zawierającą wiele elementów fotoczułych do wykrywania wiązki świetlnej (2) emitowanej przez źródło emisji (3) wiązki świetlnej (2) i określania położenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) na tej powierzchni fotodetektorowej (8), przy czym zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności umieszcza się tak, aby w okresie pomiarowym zachować zasadniczo nieprzerwaną komunikację optyczną z zespołem fotodetektorowym (5), i zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy (5) sprzęga się z urządzeniem sterująco-rejestrującym (9) zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor, i emitując wiązkę świetlną (2) w kierunku co najmniej jednej powierzchni fotodetektorowej (8) rejestruje się dane obejmujące pierwsze współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową (8) oraz drugie współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) na wymienioną powierzchnię fotodetektorową (8), oraz przetwarza się dane aby wykryć

- przemieszczenie miejsca padania wiązki świetlnej od położenia o pierwszych współrzędnych do położenia o drugich współrzędnych, i generuje się sygnał dla zespołu wsporczego (4) źródła emisji (3) wiązki świetlnej (2) do wykonania naprowadzania źródła emisji (3) wiązki świetlnej, aby przemieścić miejsce padania wiązki świetlnej od położenia o drugich współrzędnych do położenia o pierwszych współrzędnych, rejestruje się zmiany wartości kątów ( $\alpha$  i  $\beta$ ) wychylenia źródła emisji (3) wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi (X, Y), a także rejestruje się odległości (R) między źródłem emisji (3) wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową (8) zgodnie w czasie, odpowiednio, z pomiarem pierwszych współrzędnych i drugich współrzędnych, i w oparciu o zarejestrowane wartości kątów ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) i odległości (R) wyznacza się zmienione położenie ruchomej części (6) urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że jako źródło emisji (3) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności stosuje się źródło emisji (3) wiązki świetlnej spolaryzowanej i monochromatycznej, takie jak urządzenie laserowe.
  3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy (5) sprzęga się z urządzeniem sterującym (9) przewodowo, albo z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej, albo z wykorzystaniem kombinacji tych połączeń.
  4. Sposób według zastrz. 1–3, **znamienny tym**, że stosuje się zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności zawierający jedno źródło emisji (3) wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy (5) zawierający jedną powierzchnię fotodetektorową (8), i wyznacza się w trybie ciągłym położenie ruchomej części (6) urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.
  5. Sposób według zastrz. 1–3, **znamienny tym**, że stosuje się zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności zawierający jedno źródło emisji (3) wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy (5) zawierający trzy powierzchnie fotodetektorowe (8) sztywno osadzone względem siebie tak, aby powierzchnie fotodetektorowe (8) znajdowały się we wzajemnym położeniu nie-współliniowym, i wyznacza się w trybie ciągłym położenie ruchomej części (6) urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, i ewentualnie wyznacza się w trybie nieciągłym kąty wychylenia ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.
  6. Sposób według zastrz. 1–3, **znamienny tym**, że stosuje się zespół emisji (1) wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności zawierający trzy źródła emisji (3) wiązki świetlnej, oraz stosuje się zespół fotodetektorowy (5) zawierający trzy powierzchnie fotodetektorowe (8) sztywno osadzone względem siebie tak, aby powierzchnie fotodetektorowe (8) znajdowały się we wzajemnym położeniu nie-współliniowym, przy czym każde źródło emisji (3) wiązki świetlnej współpracuje tylko z jedną, jednoznacznie przyporządkowaną do tego źródła emisji (3) wiązki świetlnej powierzchnią fotodetektorową (8), i wyznacza się w trybie ciągłym położenie ruchomej części (6) urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, oraz wyznacza się w trybie ciągłym kąty wychylenia ruchomej części (6) urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.
  7. Sposób według zastrz. 1–6, **znamienny tym**, że jako powierzchnię fotodetektorową (8) zespołu fotodetektorowego stosuje się matrycę cyfrową albo zespół wielu półprzewodnikowych elementów fotoczułych w rozmieszczeniu sąsiadującym i regularnym.
  8. Sposób według zastrz. 1–7, **znamienny tym**, że stosuje się urządzenie lub obiekt, które jest górniczym urządzeniem lub obiektem, i wyznacza się położenie ruchomej części (12) roboczej połączonej łańcuchem kinematycznym z górniczym urządzeniem lub obiektem (13), względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, oraz ewentualnie wyznacza się kąty wychylenia ruchomej części (12) urządzenia lub obiektu (13), względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.
  9. Sposób według zastrz. 8, **znamienny tym**, że stosuje się górnicze urządzenie, które jest kopalnianym wozem wiertniczym (13) do wykonywania otworów strzałowych, i wyznacza się położenie ramy (12) wiertarki (14), względem kopalnianego wozu wiertniczego (13), oraz ewentualnie wyznacza się kąty wychylenia ramy (12) wiertarki (14), względem kopalnianego wozu wiertniczego (13).
  10. Układ do wyznaczania położenia ruchomej części urządzenia lub obiektu względem urządzenia/obiektu albo otoczenia, obejmujący zespół emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności,

źródło emisji wiązki świetlnej, zespół fotodetektorowy do wykrywania emitowanej wiązki świetlnej, dalmierz sprzężony z zespołem emisji wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz urządzenie sterująco-rejestrujące, **znamienny tym**, że zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności jest umocowany na urządzeniu/obiekcie albo w jego otoczeniu, który to zespół emisji (1) obejmuje co najmniej jedno źródło emisji (3) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności osadzone wychylnie na zespole wsporczym (4) zapewniającym ruch względem dwóch prostopadłych osi (X, Y), przy czym z każdym źródłem emisji (3) wiązki świetlnej (2) jest sprzężony dalmierz przyporządkowany niezależnie do tego źródła emisji (3) wiązki świetlnej, a zespół fotodetektorowy (5) jest osadzony na ruchomej części (6) urządzenia/obiektu i obejmuje co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową (8) zawierającą wiele elementów fotoczułych do wykrywania wiązki świetlnej (2) emitowanej przez źródło emisji (3) wiązki świetlnej i określania położenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) na tej powierzchni fotodetektorowej (8), który to zespół emisji (3) wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności jest rozmieszczony tak, aby w okresie pomiarowym znajdował się zasadniczo w nieprzerwanej komunikacji optycznej z zespołem fotodetektorowym (5), przy czym zespół emisji (1) wiązki świetlnej o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy (5) są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym (9) zawierającym co najmniej pamięć programowalną i procesor, do rejestracji danych obejmujących pierwsze współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową (8), drugie współrzędne położenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) na co najmniej jedną powierzchnię fotodetektorową (8), oraz do przetwarzania danych aby wykryć przemieszczenie miejsca padania wiązki świetlnej (2) od położenia o pierwszych współrzędnych do położenia o drugich współrzędnych, aby generować dla zespołu wsporczego (4) źródła emisji (3) wiązki świetlnej sygnał naprowadzania źródła emisji (3) wiązki świetlnej do przemieszczenia miejsca padania wiązki świetlnej (2) od położenia o drugich współrzędnych do położenia o pierwszych współrzędnych, oraz do rejestracji pary kątów ( $\alpha$  i  $\beta$ ) wychylenia źródła emisji (3) wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi (X, Y), jak i odległości (R) między źródłem emisji (3) wiązki świetlnej i powierzchnią fotodetektorową (8), aby w oparciu o zarejestrowane wartości kątów ( $\alpha$  i  $\beta$ ) i odległości (R) wyznaczyć zmienione położenie ruchomej części urządzenia lub obiektu, względem urządzenia/obiektu albo otoczenia.

11. Układ według zastrz. 10, **znamienny tym**, że zespół wsporczy (4) jest wyposażony w zespoły napędowe do zapewnienia ruchu źródła emisji (3) wiązki świetlnej względem dwóch prostopadłych osi (X, Y) oraz przetworniki kąta do pomiaru kątów ( $\alpha$  i  $\beta$ ), które to zespoły napędowe oraz przetworniki kąta są sprzężone z urządzeniem sterująco-rejestrującym (9).
12. Układ według zastrz. 10 albo 11, **znamienny tym**, że źródłem emisji (3) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności jest źródło emisji (3) wiązki świetlnej (2) spolaryzowanej i monochromatycznej, takie jak urządzenie laserowe.
13. Układ według zastrz. 10–12, **znamienny tym**, że zespół emisji (3) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności oraz zespół fotodetektorowy (8) są sprzężone do komunikacji elektrycznej z urządzeniem sterująco-rejestrującym (9) przewodowo, albo z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej, albo z wykorzystaniem kombinacji tych połączeń.
14. Układ według zastrz. 10–13, **znamienny tym**, że zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności zawiera jedno źródło emisji (3) wiązki świetlnej, a zespół fotodetektorowy (5) zawiera jedną powierzchnię fotodetektorową (8).
15. Układ według zastrz. 10–13, **znamienny tym**, że zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności zawiera jedno źródło emisji (3) wiązki świetlnej, a zespół fotodetektorowy (5) zawiera trzy powierzchnie fotodetektorowe (8) sztywno osadzone względem siebie, które to powierzchnie fotodetektorowe (8) są rozmieszczone nie-współliniowo.
16. Układ według zastrz. 10–13, **znamienny tym**, że zespół emisji (1) wiązki świetlnej (2) o niskiej rozbieżności zawiera trzy źródła emisji (3) wiązki świetlnej, a zespół fotodetektorowy (5) zawiera trzy powierzchnie fotodetektorowe (8) sztywno osadzone względem siebie, które to powierzchnie fotodetektorowe (8) są rozmieszczone nie-współliniowo, przy czym do każdego ze źródeł emisji (3) wiązki świetlnej jest przyporządkowana jednoznacznie tylko jedna spośród powierzchni fotodetektorowych (8).

17. Układ według zastrz. 10–16, **znamienny tym**, że powierzchnię fotodetektorową (8) zespołu fotodetektorowego (5) stanowi matryca cyfrowa albo zespół wielu półprzewodnikowych elementów fotoczułych w rozmieszczeniu sąsiadującym i regularnym.
18. Układ według zastrz. 10–17, **znamienny tym**, że urządzeniem lub obiektem jest górnicze urządzenie lub obiekt (13), którego ruchomą częścią jest część robocza (12) połączona łańcuchem kinematycznym z górniczym urządzeniem lub obiektem (13).
19. Układ według zastrz. 10–18, **znamienny tym**, że górniczym urządzeniem jest kopalniany wóz wiertniczy (13) do wykonywania otworów strzałowych, a ruchomą częścią jest rama (12) wiertarki (14).

### Rysunki

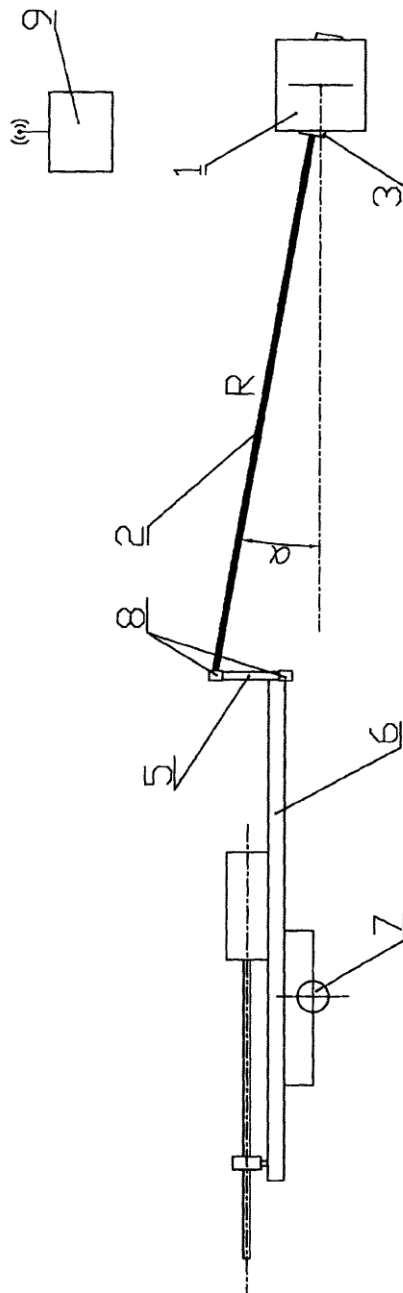


Fig. 1a

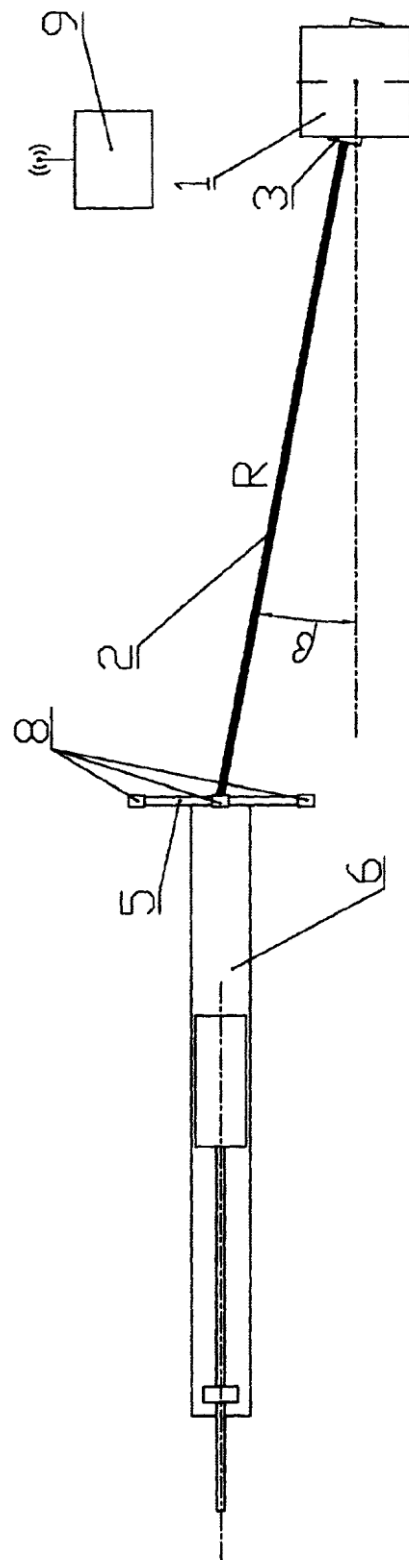


Fig. 1b

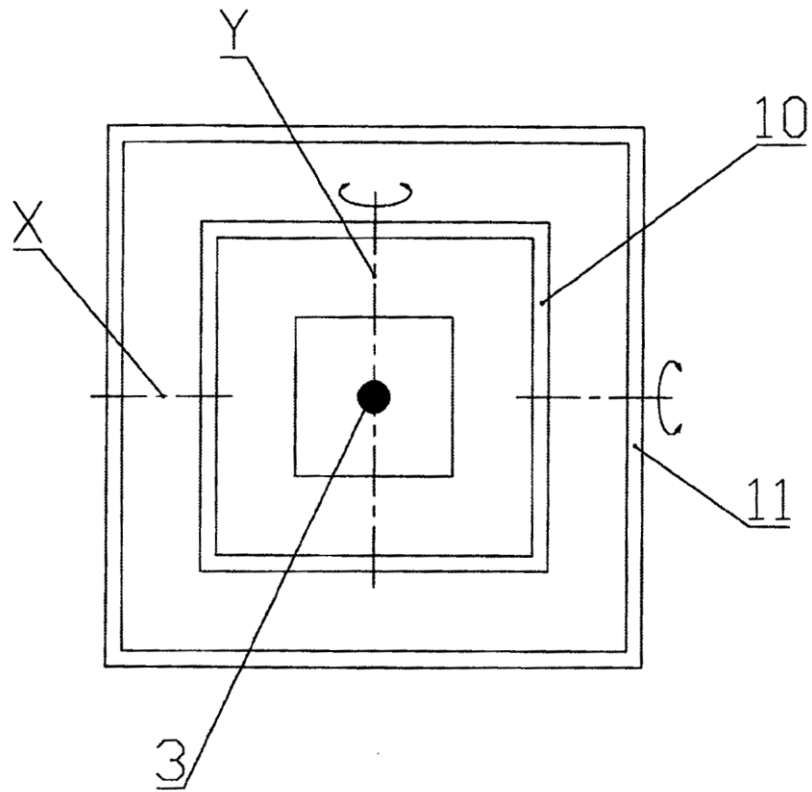


Fig. 2

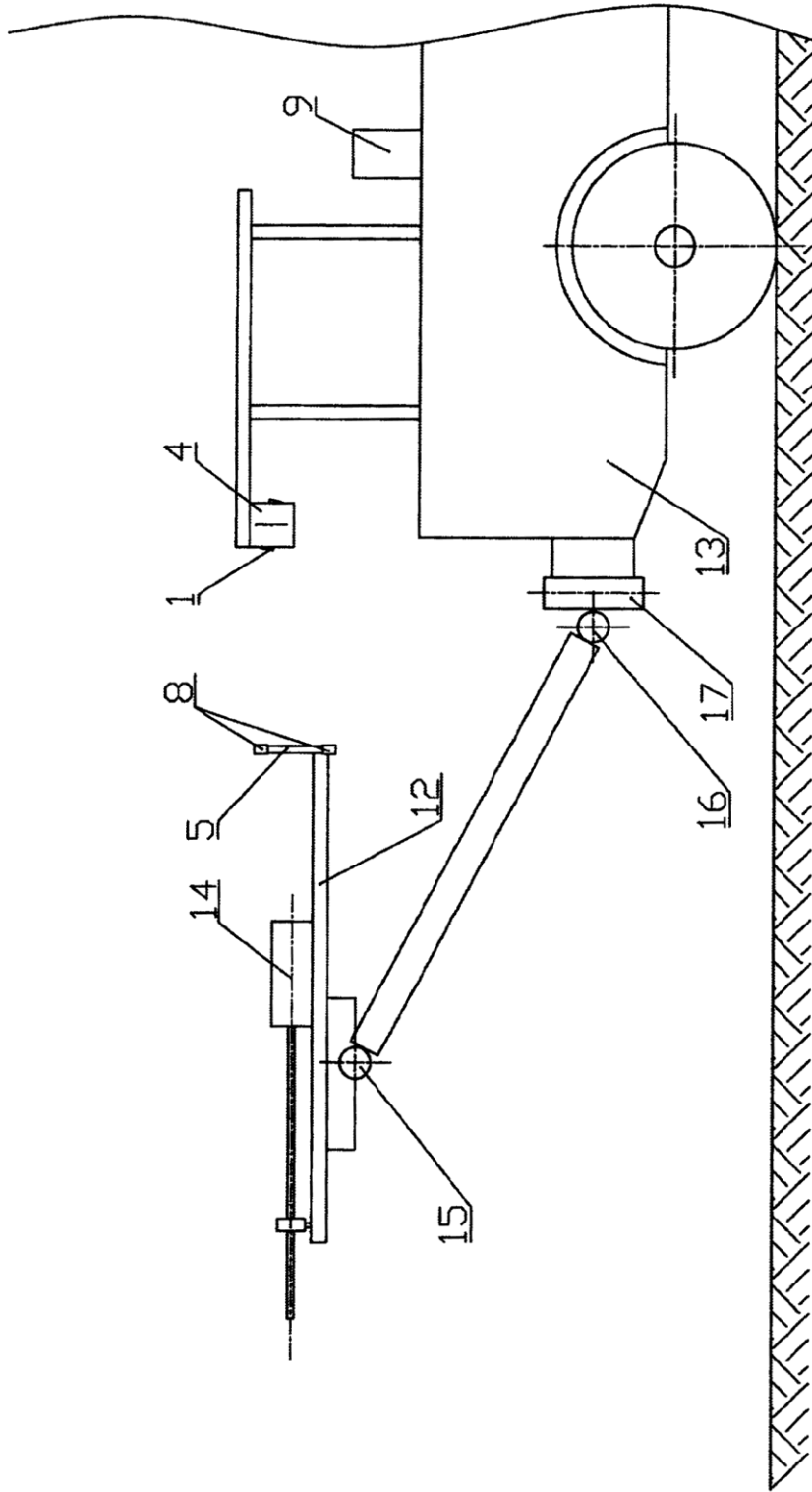


Fig. 3



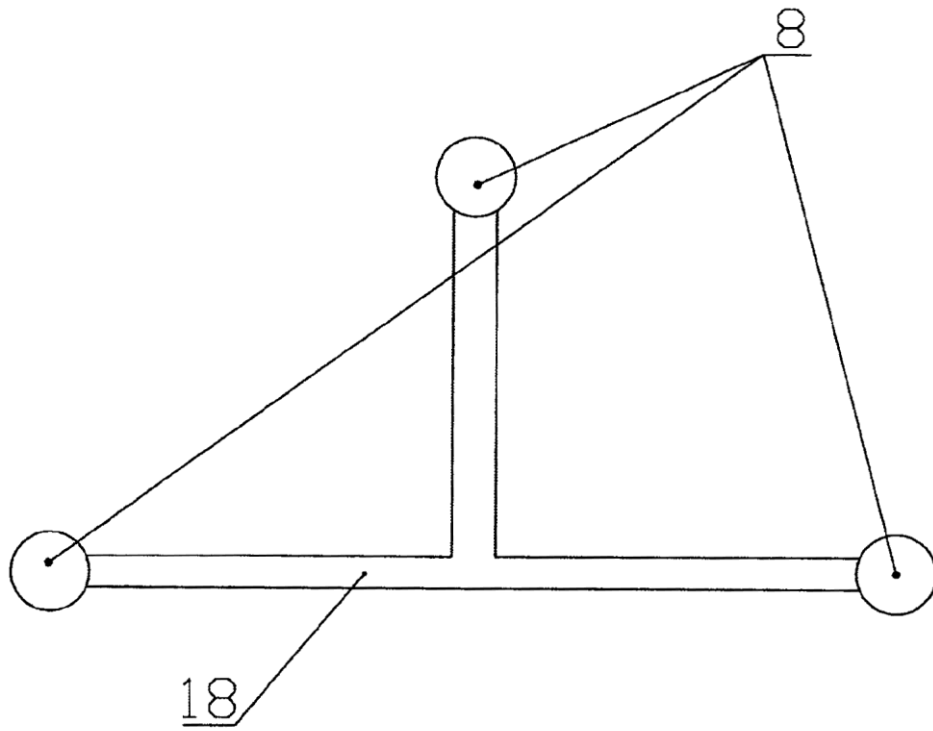


Fig. 4

