RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241091**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431002**

(22) Data zgłoszenia: **30.08.2019**

(51) Int.Cl.
B62D 55/104 (2006.01)
B62D 55/116 (2006.01)
B62D 55/265 (2006.01)
F23N 5/24 (2006.01)

(54) **Robot, zwłaszcza do inspekcji pyłowych kotłów energetycznych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
08.03.2021 BUP 05/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
01.08.2022 WUP 31/22

(73) Uprawniony z patentu:
PGE GÓRNICTWO I ENERGETYKA KONWENCJONALNA SPÓŁKA AKCYJNA, Bełchatów, PL
RIOT TECHNOLOGIES SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Nielepice, PL
AMC TECH SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Kraków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
TOMASZ BURATOWSKI, Kraków, PL
MICHAŁ GAŁKOWSKI, Częstochowa, PL
MAREK KALEMBA, Siepraw, PL
TOMASZ BARSZCZ, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Maria Łozińska

PL 241091 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest robot, zwłaszcza do inspekcji pyłowych kotłów energetycznych oraz inspekcji rurowych ścian kotła.

Ze stanu techniki, do którego należy dokument WO 95/29089 znany jest robot, który jest zdolny do poruszania się wewnątrz stalowych zbiorników magazynowych. Konstrukcja robota uwzględnia wyposażenie go w aparaturę do przeprowadzania pomiaru grubości ścian, jak również oceny wizualnej zjawiska korozji. Możliwość poruszania się w pionie uzyskana jest dzięki zamontowaniu dużej ilości magnesów trwałych. Mechanizm zawiera dwa obwody magnetyczne, z których jeden stanowi obwód zapewniający siłę nośną, a drugi siłę pociągową. Rozwiązanie ma bardzo duży stopień skomplikowania, co pociąga za sobą dużą awaryjność. Konieczność umieszczania dwóch obwodów wpływa na rozmiary urządzenia i ograniczenie co do sposobu dostępu do wnętrza zbiornika.

Ze stanu techniki znane jest rozwiązanie według US4789037 ujawniające pojazd zawierający korpus, do którego jest lub może być przyłączone wyposażenie, co najmniej dwie zamknięte gąsienice podpierające wspomniany korpus i zawierające w sobie wiele magnesów trwałych rozmieszczonych wzdłuż każdej gąsienicy tak, że w trakcie użytkowania jest regulowana ilość magnesów umieszczona względem podłoża, po którym przemieszcza się pojazd, w celu utworzenia pola magnetycznego o sile wystarczającej do połączenia pojazdu z podłożem. Rozwiązanie nie zapewnia kontroli nad siłą przyciągania magnetycznego.

Z EP3067258 znana jest rolka magnetyczna do obracania na powierzchni ferromagnetycznej. Rolka magnetyczna zawiera koło rolkowe mające wewnętrzną przestrzeń, układ matrycy magnetycznej i co najmniej jeden pierwszy mechanizm napędowy. Ponadto układ matrycy magnetycznej jest przystosowany do umieszczenia obrotowego w wewnętrznej przestrzeni koła rolkowego. Układ matrycy magnetycznej obejmuje stronę o silnej sile przyczepności i słabą stronę siły adhezji. Co więcej, pierwszy mechanizm napędowy jest skonfigurowany tak, aby obracać zespół układu magnetycznego. Pierwszy mechanizm napędowy porusza obrotowo układ matrycy magnetycznej w celu skierowania strony silnej siły adhezyjnej w stronę nadchodzącej powierzchni ferromagnetycznej i, kierując stronę słabej siły adhezji w kierunku powyższej powierzchni ferromagnetycznej, aby umożliwić ruch koła obrotowego do przodu na powierzchni ferromagnetycznej. Zastosowanie koła rolkowego stanowiącego dodatkowy element niemagnetyczny (nieekranujący magnetycznie) wpływa negatywnie na siłę z jaką „wózek" jest utrzymywany w swojej pozycji na powierzchni ferromagnetycznej zbiornika, w którym się porusza. W związku z tym rozwiązanie jest ograniczone ze względu na całkowitą masę urządzenia. W niekorzystnych warunkach urządzenie może łatwo odczepić się od ściany zbiornika, czyli np. jeśli na jego drodze pojawią się przeszkody w postaci nierówności powierzchni.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie robota, zwłaszcza do inspekcji pyłowych kotłów energetycznych, który dostosowuje siłę przyciągania magnetycznego do krzywizny płaszczyzny, po której porusza się robot, poprzez zmianę geometrii gąsienicy i układ magnesów w elementach gąsienicy, i który powinien zapewnić jak najlepszy współczynnik siły przyciągania magnetycznego względem masy użytych magnesów.

Zadanie według wynalazku zostało rozwiązane za pomocą robota, zwłaszcza do inspekcji pyłowych kotłów energetycznych zawierającego rurową ramę konstrukcyjną, połączoną z nią obudowę mieszczącą jednostkę sterującą, komponenty elektroniczne oraz elektronikę mocy, przy czym z rurową ramą konstrukcyjną połączone są również gąsienicowe moduły napędowe, przy czym gąsienicowe moduły napędowe zawierają gąsienice wyposażone w moduły magnetyczne, charakteryzującego się tym, że moduły magnetyczne zawierają magnesy ułożone w macierz Halbacha, i tym, że gąsienicowe moduły napędowe zawierają mechanizm zmiany geometrii gąsienicy.

Mechanizm zmiany geometrii gąsienicy zawiera

- ramę i połączone z nią przegubowo, rozmieszczone równolegle względem siebie co najmniej dwa zestawy napędowe rolkowych łańcuchów napędowych zawierające obudowę oraz koła łańcuchowe,
- połączony z ramą przesuwnie element regulacyjny i również połączone przesuwnie z ramą co najmniej dwa napinacze z kołami napinającymi;

przy czym element regulacyjny jest przesuwny względem ramy za pomocą śruby regulacyjnej zamocowanej na ramie prostopadle do osi obrotu *x* zestawów napędowych i połączony przegubowo z czterema dźwigniami, a każda z obudów posiada dwa połączone z nią nieobrotowo ramiona, z których każde

swoim drugim końcem połączone jest obrotowo z ramą poprzez oś i przegubowo z elementem regulacyjnym za pomocą dźwigni, połączonej drugim końcem przegubowo z elementem regulacyjnym.

Każdy zestaw napędowy korzystnie ma wydłużoną obudowę, w której umieszczone są elementy napędzające i przekazujące moment obrotowy na ułożyskowane na obudowie parami koła łańcuchowe.

Moduły magnetyczne korzystnie zbudowane są z profilu wewnątrz którego umieszczony jest kształtownik podtrzymujący magnesy.

Na zewnętrznej stronie obudowy profilu, nie mającej kontaktu z powierzchnią, po której porusza się robot, korzystnie umieszczone są przyłącza łańcucha napędowego.

Przyłącza są korzystnie przyłączami giętymi na ogniwach zewnętrznych łańcucha napędowego.

Kształtownik ma korzystnie elementy dystansowe ustawione między magnesami.

Profil, kształtownik oraz elementy dystansowe korzystnie są wykonane z materiału paramagnetycznego, którym korzystnie jest aluminium

Moduły magnetyczne są korzystnie wyposażone w nabiegunniki wykonane z materiału o współczynniku koercji (Hc) poniżej 1000 A/m, przy czym nabiegunniki są umieszczone na powierzchni obudowy profilu mającej kontakt z powierzchnią po której porusza się robot.

Magnesy w modułach magnetycznych są korzystnie magnesami trwałymi.

Układ macierzy Halbacha jest korzystnie układem jedno i/lub dwuwymiarowym.

Rozmieszczenie magnesów w macierzy Halbacha oraz sterowanie siłą przyciągania poprzez zmienną długość odcinka gąsienicy w kontakcie z podłożem pozwala na kontrolę siły przyciągania magnetycznego, co umożliwia efektywne poruszanie się po ferromagnetycznych ścianach pionowo i w innych kierunkach. Regulacja siły przyciągania magnetycznego jest w stanie zapewnić wystarczającą siłę przyciągania w warunkach pracy robota oraz odpowiednio zmniejszoną siłę przyciągania w celu transportu, przygotowania do pracy oraz rozlokowania robota. Geometria konstrukcji robota zakłada znaczną przewagę szerokości nad długością robota, w celu efektywnego wykorzystania metody sterowania za pomocą różnicowania prędkości poszczególnych modułów.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym:

fig. 1 przedstawia ogólną konstrukcję robota;
fig. 2 przedstawia mechanizm zmiany geometrii gąsienicy wraz z modułami napędowymi;
fig. 3 przedstawia rzut boczny mechanizmu zmiany geometrii gąsienicy;
fig. 4 przedstawia moduł magnetyczny z fragmentem łańcucha gąsienicy;
fig. 5 przedstawia rozkład magnesów w module magnetycznym;
fig. 6 przedstawia moduł magnetyczny w widoku od strony mającej kontakt z powierzchnią, po której porusza się robot z ukazaniem nabiegunników.

Robot według wynalazku, jak pokazano na fig. 1, zawiera rurową ramę konstrukcyjną (1), połączoną z nią obudowę (5) mieszczącą jednostkę sterującą, komponenty elektroniczne oraz elektronikę mocy, połączone z nią co najmniej dwa gąsienicowe moduły napędowe (2), przy czym gąsienicowe moduły napędowe (2) zawierają gąsienice posiadające moduły magnetyczne (3) i mechanizm (20) zmiany geometrii gąsienicy.

Przy czym pod pojęciem „zmiany geometrii gąsienicy" należy rozumieć zmianę obszaru przylegania gąsienicy do podłoża, innymi słowy zmiana geometrii gąsienicy mającej w przybliżeniu kształt zbliżony do trapezu powoduje skrócenie lub wydłużenie dolnej podstawy trapezu.

Moduły magnetyczne (3) zawierają magnesy (305) ułożone w macierz Halbacha. Ponadto robot według wynalazku może być wyposażony w urządzenie (4) przewidziane do inspekcji wnętrza pyłowego kotła energetycznego. Urządzeniem (4) tym może być np. mechaniczny moduł czyszczący.

Fig. 2 przedstawia gąsienicowy moduł napędowy (2) robota według wynalazku, który zawiera ramę (21), na której są osadzone co najmniej dwie obudowy (203) zestawu napędowego (200) i co najmniej dwa napinacze (211), przy czym gąsienice są nawinięte na obudowy (203) zestawu napędowego (200) i napinacze (211). Gąsienice składają się z rolkowego łańcucha napędowego (30), z przyłączami giętymi (301), które łączą moduł magnetyczny (3) z rolkowym łańcuchem napędowym (30). Pożądany naciąg gąsienicy jest utrzymywany przez napinacze (211) oraz koła napinające (212).

Każdy z modułów napędowych (2) posiada dwa, montowane w obudowach (203), zestawy napędowe (200) składające się z silników elektrycznych oraz przekładni. Moment obrotowy z zestawów napędowych (200) jest przekazywany za pomocą elementów sprzęgających (201) oraz kół łańcuchowych (202) mocowanych na obudowach (203) na rolkowy łańcuch napędowy (30).

Fig. 3 pokazuje mechanizm (20) zmiany geometrii gąsienicy, który zawiera śrubę napędową (208). Napęd śruby (208) może być realizowany przykładowo przez silnik (209) elektryczny, który poprzez przekładnię zębatą (210) połączony jest ze śrubą (208). Śruba napędowa (208) jest korzystnie śrubą trapezową. Element regulacyjny (207) z gwintem trapezowym jest zamontowany na śrubie (208). Śruba (208) połączoną jest z elementem regulacyjnym (207), z którym połączone są przegubowo cztery dźwignie (206), przy czym element regulacyjny (207) jest przesuwny względem ramy (21) za pomocą śruby regulacyjnej (208) zamocowanej na ramie (21) prostopadle do osi obrotu *x* zestawów napędowych (203) i połączony na stałe z czterema dźwigniami (206).

Każda z dźwigni (206) jest połączona przegubowo – co pokazano na fig. 2 – z odpowiednim ramieniem (204) połączonym nieobrotowo z obudową (203) zestawu napędowego (200). Każde z ramion (204) swoim drugim końcem połączone jest obrotowo z ramą (21) poprzez, oś (205) i przegubowo z elementem regulacyjnym (207) za pomocą dźwigni (206), zamocowanej drugim końcem przegubowo do elementu regulacyjnego (207).

Zmiana geometrii gąsienicy jest oparta na pracy mechanizmu (20) powodującego ruch obrotowy ramion (204) mechanizmu (20) wokół osi (205). Istotne w pracy mechanizmu (20) jest to, że zmiana geometrii gąsienicy następuje wskutek obrotu śruby napędowej (208), która wymusza ruch pionowy elementu regulacyjnego (207). Ruch elementu regulacyjnego (207) sprawia, że dźwignie (206) wymuszają obrót ramion (204) na osi (205) przez co zmienia się położenia par ramion (204), do których są przymocowane odpowiednie obudowy (203) zestawów napędowych (200). Wskutek obrotu śruby (208) element regulacyjny (207) przemieszcza się w pionie względem osi obrotu *x* zestawów napędowych (200). Dzięki ruchowi pionowemu elementu regulacyjnego (207), zmienia się odległość obudów (203) względem siebie, powodując tym samym zmianę obszaru przylegania gąsienicy do podłoża, a w związku z tym zmianę ilości modułów magnetycznych (3) pozostających w kontakcie z podłożem, po którym porusza się robot. Dzięki takiemu ukształtowaniu i wzajemnemu połączeniu poszczególnych elementów mechanizmu (20) osiąga się zmianę geometrii gąsienicy.

Zmiana geometrii gąsienicy zapewnia regulację siły przyciągania magnetycznego robota poprzez zmniejszenie lub zwiększenie ilości modułów magnetycznych (3) będących w kontakcie z podłożem. Regulacja siły przyciągania magnetycznego jest w stanie zapewnić wystarczającą siłę przyciągania w warunkach pracy robota oraz odpowiednio zmniejszoną siłę przyciągania w celu transportu, przygotowania do pracy oraz rozlokowania robota.

Fig. 4 pokazuje łączenie modułów magnetycznych (3), zawierających profil (300) z dokręcanymi ścianami bocznymi (302), z rolkowym łańcuchem napędowym (30). Koła łańcuchowe (202) przekazują napęd na rolkowy łańcuch napędowy (30) wyposażony w przyłącza (301) łańcucha napędowego (30) będące przyłączami giętymi na jego ogniwach zewnętrznych. Przyłącza (301) łączą moduł magnetyczny (3) z rolkowym łańcuchem napędowym (30), zapewniający tym samym sztywność boczną gąsienicy oraz możliwość ugięcia zgodnie z obwodem gąsienicy przy wymaganej ruchomości oraz jednoczesne przekazanie momentu siły z kół łańcuchowych (202) modułu napędowego (2). Przyłącza gięte (301) mocowane są na zewnętrznej stronie obudowy profilu (300), nie mającej kontaktu z powierzchnią, po której porusza się robot. Na jeden moduł napędowy (2) przewiduje się zastosowanie co najmniej dwóch rolkowych łańcuchów napędowych (30) z przyłączami giętymi (301). Odległość między kolejnymi przyłączami giętymi (301) jest definiowana podziałką rolkowego łańcucha napędowego (30). Przyłącza gięte (301) mogą być rozmieszczone co jedno lub więcej ogniw zewnętrznych rolkowego łańcucha napędowego (30). Rozmieszczenie przyłączy powinno wypadać zgodnie z osią symetrii kolejnych modułów magnetycznych (3).

Na fig. 5 pokazane są moduły magnetyczne (3) robota według wynalazku. Są one zbudowane z profilu (300) mającego przykładowo kształt prostopadłościenny. Profil (300) wykonany jest z materiału paramagnetycznego, np. z aluminium, jednak możliwe jest też zastosowanie innych materiałów takich jak np. tytan, tworzywo sztuczne, etc. Na fig. 5 pokazano kształtownik (304) umieszczony we wnętrzu profilu (300). Kształtownik (304) odpowiada za prawidłowe ułożenie poszczególnych magnesów (305) tzn. za utrzymanie macierzy magnesów (305) w niezmienionym stanie w kierunkach poziomych. Za utrzymanie macierzy magnesów (305) w niezmienionym stanie w kierunku pionowym odpowiadają ściany profilu (300). Kształtownik (304) wraz z macierzą magnesów (305) są utrzymywane w module magnetycznym (3) za pomocą dokręcanych ścian bocznych (302) – pokazanych na fig. 2 – modułu magnetycznego (3).

Ilość magnesów (305) umieszczonych w module magnetycznym (3) może być w zakresie od kilku do kilkuset sztuk. Kształtownik (304) jest wykonany z materiału paramagnetycznego. W miejscach,

gdzie wymagany jest odstęp między magnesami, zastosowane są odpowiednie elementy dystansowe (306). Elementy dystansowe (306) powinny być wykonane z takiego samego materiału jak kształtownik.

W celu uzyskania jak najlepszego współczynnika siły przyciągania magnetycznego względem masy obecnych magnesów zastosowano metodę wzmacniającą pole magnetyczne z danej strony układu, bazującą na macierzy Halbacha. Macierz Halbacha zastosowana w robocie według wynalazku bazuje na przestrzennie rozmieszczonych pojedynczych magnesach, z których każdy kolejny jest obrócony o wartość 90°. Powoduje to superpozycję biegunów magnetycznych, dalej implikując koncentrację większości pola magnetycznego z jednej strony układu przy niemal całkowitym wygaszeniu pola magnetycznego z przeciwnej strony układu.

Możliwe są jedno- dwu- oraz trójwymiarowe wariacje układu macierzy Halbacha. W modułach magnetycznych (305) w robocie według wynalazku zastosowano jedno – i/lub dwuwymiarowe układy macierzy Halbacha, przy czym w obrębie jednego modułu magnetycznego (3) możliwe jest zastosowanie jedno i/lub dwuwymiarowego układu macierzy Halbacha. Możliwe jest też, że konfiguracja układu macierzy Halbacha jest inna w poszczególnych modułach magnetycznych (3), tzn. nie wszystkie moduły magnetyczne (3) mają taką samą konfiguracje macierzy Halbacha. Magnesy (305) użyte do konstrukcji modułu magnetycznego (3) są magnesami trwałymi.

W modułach magnetycznych (3) możliwe jest zastosowanie nabiegunników (303), przy czym przewiduje się umieszczenie nabiegunników (303) na powierzchni obudowy profilu (300) mającej kontakt z powierzchnią po której porusza się robot. Przykładowe rozmieszczenie nabiegunników pokazano na fig. 6. Zastosowanie nabiegunników (303) wpływa na poprawę przewodzenia pola magnetycznego, z uwagi na szczelinę powstałą przez paramagnetyczną ścianę profilu modułu magnetycznego (3). Jest to kolejny sposób zwiększenia efektywności generowania siły przyciągania magnetycznego, co prowadzi do zmniejszenia wymaganej liczby magnesów w konstrukcji modułu magnetycznego (3), a tym samym zredukowania ciężaru robota. Nabiegunniki (303) powinny być wykonane z materiału magnetycznie miękkiego tzn. materiału o współczynniku koercji (Hc) poniżej 1000 A/m. Dzięki temu możliwe jest szybkie przemagnesowanie nabiegunników, co może być wymagane podczas ruchu robota po rurowej ścianie kotła. Całkowita waga robota według wynalazku ma znaczenie, gdyż z uwagi na zastosowanie go do inspekcji oraz czyszczenia pyłowych kotłów energetycznych przewiduje się zastosowanie urządzenia (4), np. modułu czyszczącego, mocowanego do ramy (1) robota lub innego mechanizmu wykorzystywanego do celów inspekcji wnętrza kotła.

Spis odnośników zastosowanych na rysunku:

1	rama robota
2	napęd gąsienicowy o zmiennej geometrii
3	moduł magnetyczny
4	urządzenie
5	obudowa robota
20	mechanizm zmiany geometrii
21	rama gąsienicowego modułu napędowego
200	zestaw napędowy
201	elementy sprzęgające
202	koła łańcuchowe
203	obudowa zestawu napędowego
204	ramię modułu napędowego
205	oś
206	dźwignia
207	element regulacyjny
208	śruba napędowa
209	silnik
210	przekładnia zębata
211	napinacz
212	koło łańcuchowe
30	rolkowy łańcuch napędowy
300	profil
301	przyłącza łańcucha napędowego

302 ściana boczna modułu
303 nabiegunniki
304 kształtownik
305 magnesy
306 element dystansowy

Zastrzeżenia patentowe

1. Robot, zwłaszcza do inspekcji pyłowych kotłów energetycznych zawierający rurową ramę konstrukcyjną (1), połączoną z nią obudowę (5) mieszczącą jednostkę sterującą, komponenty elektroniczne oraz elektronikę mocy, przy czym z rurową ramą konstrukcyjną (1) połączone są również gąsienicowe moduły napędowe (2), przy czym gąsienicowe moduły napędowe (2) zawierają gąsienice wyposażone w moduły magnetyczne (3),
znamienny tym, że
moduły magnetyczne (3) zawierają magnesy (305) ułożone w macierz Halbacha;
i tym, że
gąsienicowe moduły napędowe (2) zawierają mechanizm (20) zmiany geometrii gąsienicy.
2. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że
mechanizm (20) zmiany geometrii gąsienicy zawiera
   - ramę (21) i połączone z nią przegubowo, rozmieszczone równolegle względem siebie co najmniej dwa zestawy napędowe (200) rolkowych łańcuchów napędowych (30) zawierające obudowę (203) oraz koła łańcuchowe (202),
   - połączony z ramą przesuwnie element regulacyjny (207) i również połączone przesuwnie z ramą co najmniej dwa napinacze (211) z kołami napinającymi (212);

   przy czym element regulacyjny (207) jest przesuwny względem ramy za pomocą śruby regulacyjnej (208) zamocowanej na ramie (21) prostopadle do osi obrotu (*x*) zestawów napędowych (203) i połączony przegubowo z czterema dźwigniami (206),
   a każda z obudów (203) posiada dwa połączone z nią nieobrotowo ramiona (204), z których każde swoim drugim końcem połączone jest obrotowo z ramą (21) poprzez oś (205) i przegubowo z elementem regulacyjnym (207) za pomocą dźwigni (206), połączonej drugim końcem przegubowo z elementem regulacyjnym (207).
3. Robot według zastrz. 2, **znamienny tym**, że
każdy zestaw napędowy (200) ma wydłużoną obudowę (203), w której umieszczone są elementy napędzające i przekazujące moment obrotowy na ułożyskowane na obudowie (203) parami koła łańcuchowe (202).
4. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że
moduły magnetyczne (3) zbudowane są z profilu (300) wewnątrz którego umieszczony jest kształtownik (304) podtrzymujący magnesy (305).
5. Robot według zastrz. 4, **znamienny tym**, że
na zewnętrznej stronie profilu (300), nie mającej kontaktu z powierzchnią, po której porusza się robot, umieszczone są przyłącza (301) łańcucha napędowego (30).
6. Robot według zastrz. 5, **znamienny tym**, że
przyłącza (301) są przyłączami giętymi na ogniwach zewnętrznych łańcucha napędowego (30).
7. Robot według zastrz. 4, **znamienny tym**, że
kształtownik (304) ma elementy dystansowe (306) ustawione między magnesami (305).
8. Robot według zastrz. 7, **znamienny tym**, że
profil (300), kształtownik (304) oraz elementy dystansowe (306) są wykonane z materiału paramagnetycznego.
9. Robot według zastrz. 8, **znamienny tym**, że
materiałem paramagnetycznym jest aluminium.
10. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że
moduły magnetyczne (3) są wyposażone w nabiegunniki (309) wykonane z materiału o współczynniku koercji (Hc) poniżej 1000 A/m, przy czym nabiegunniki (309) są umieszczone na powierzchni obudowy profilu (300) mającej kontakt z powierzchnią po której porusza się robot.

11. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że
magnesy (305) w modułach magnetycznych (3) są magnesami trwałymi.
12. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że
układ macierzy Halbacha jest układem jedno i/lub dwuwymiarowym.

Rysunki

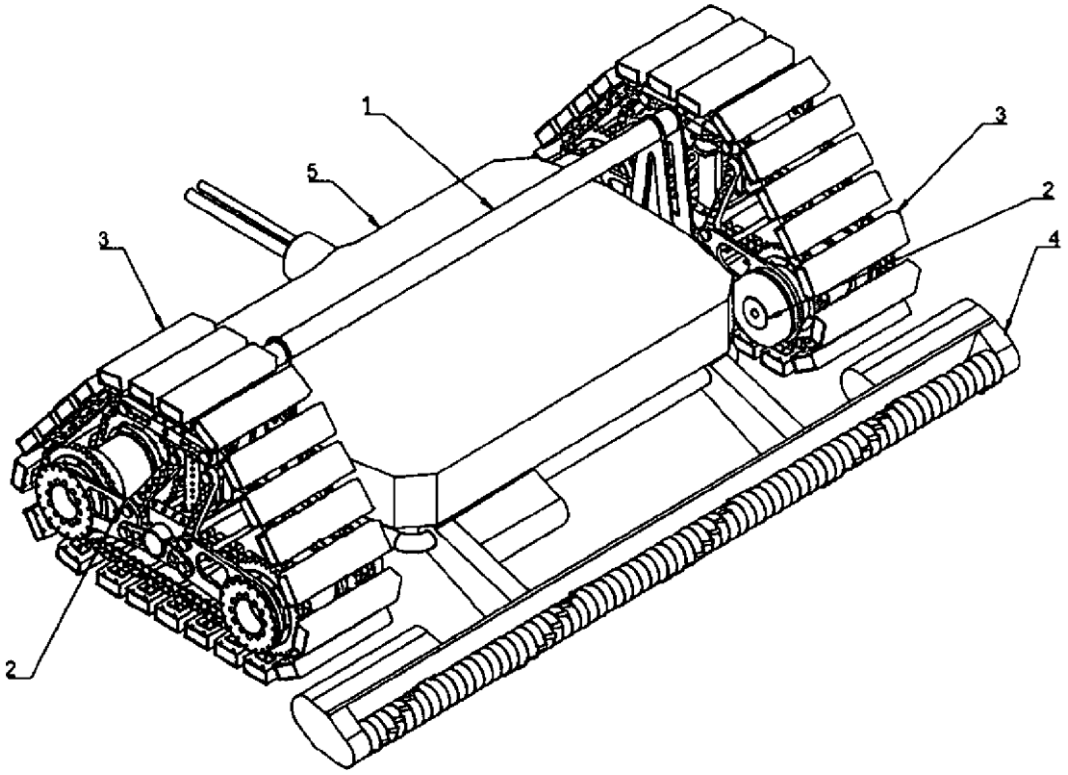

Fig. 1

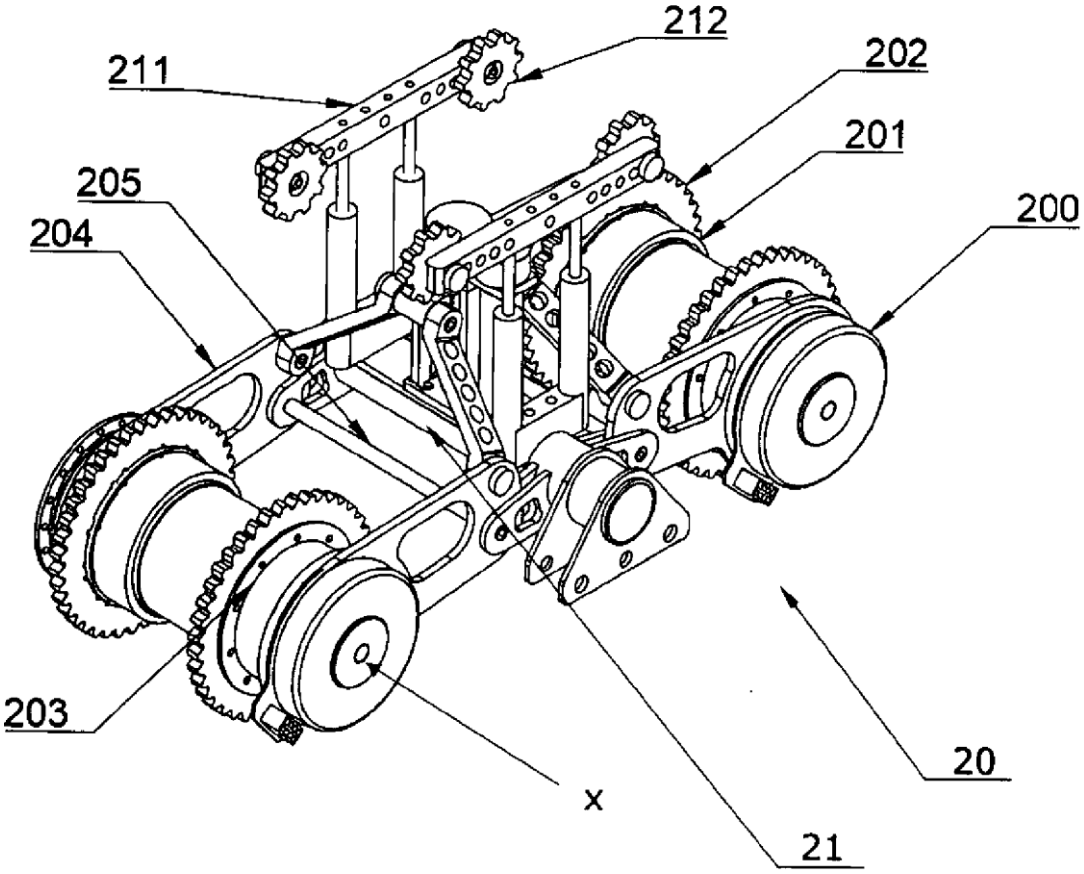

Fig. 2

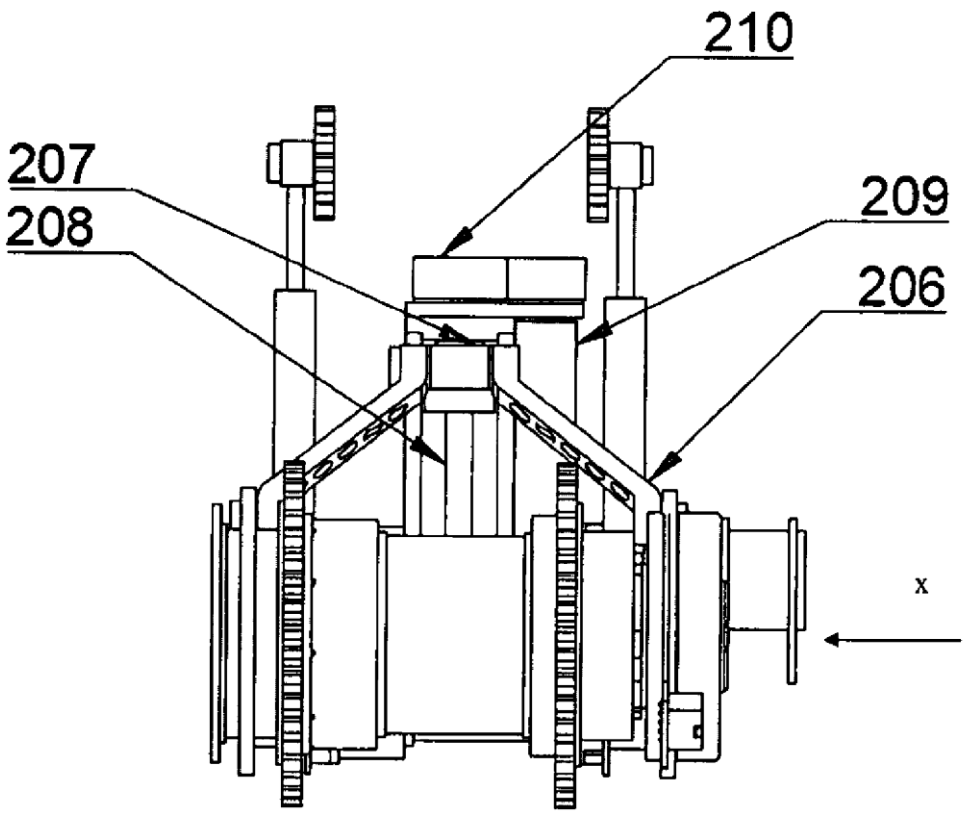

Fig. 3

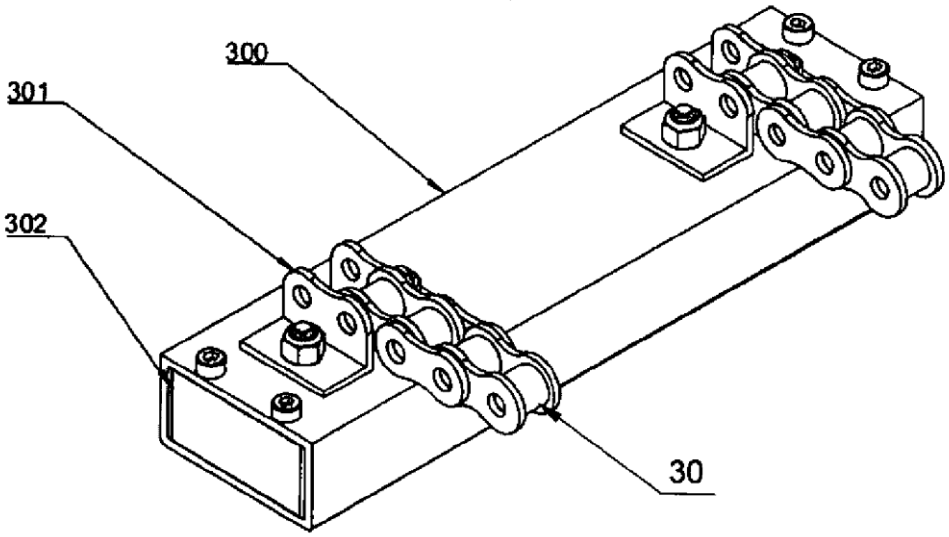

Fig. 4

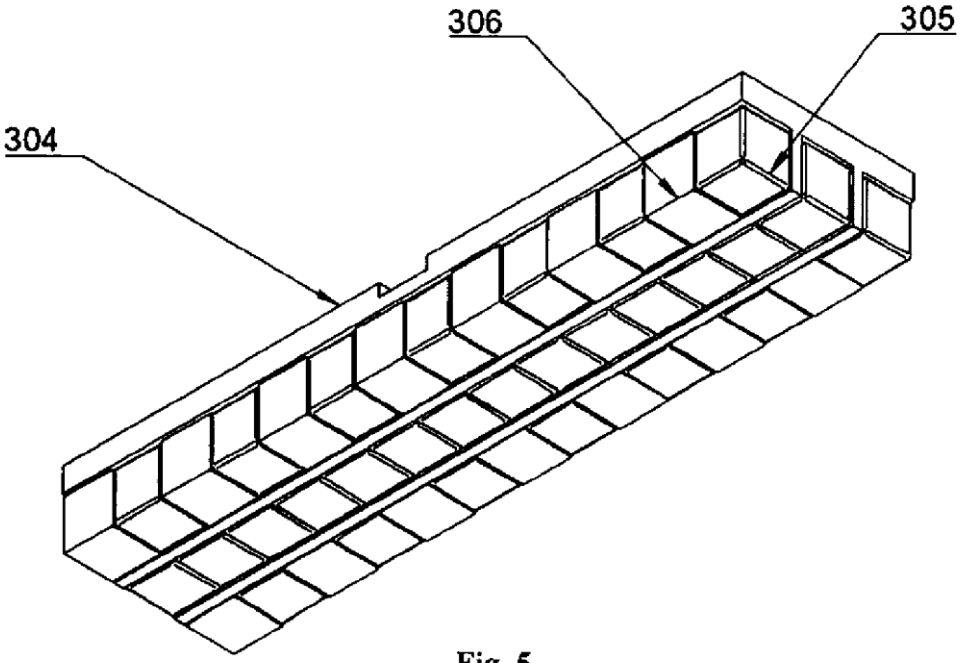

Fig. 5

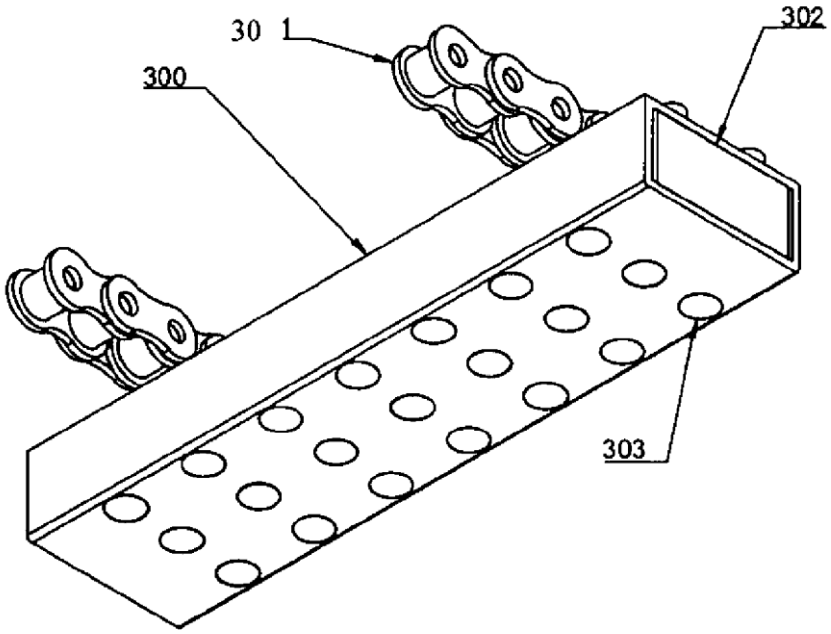

Fig. 6