

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **203749**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **367146**

(22) Data zgłoszenia: **09.04.2004**

(51) Int.Cl.

B25J 9/10 (2006.01)

G05G 15/00 (2006.01)

(54) **Robot przemysłowy i sposób sterowania położeniem ramion robota przemysłowego**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

17.10.2005 BUP 21/05

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

30.11.2009 WUP 11/09

(73) Uprawniony z patentu:

**Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica, Kraków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**Bogdan Sapiński, Kraków, PL
Sławomir Bydoń, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Postolek Elżbieta, Rzecznik Patentowy,
Akademia Górniczo-Hutnicza im.St.Staszica**

PL 203749 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest robot przemysłowy i sposób sterowania położeniem ramion robota przemysłowego, którego ramiona połączone są szeregowo przez płaskie przeguby o pionowej osi obrotu. Roboty takie powszechnie nazywane robotami typu "scara" cechuje brak wpływu sił ciężkości na ruch ramion.

W znanych rozwiązaniach robotów "scara" każde ramię stanowiące ogniwo w płaskim układzie kinematycznym sprzężone jest z przyporządkowanym mu pozycyjnym zespołem napędowym. Przykładowo, robot przedstawiony w amerykańskim opisie patentowym US 6354167 ma ramię bazowe wychylane względem pionowej osi obrotu przez pozycyjny zespół napędowy, zamocowany do nieruchomej podstawy. Na końcu ramienia bazowego poprzez płaski przegub o pionowej osi przyłączone jest ramię pozycyjne, którego katowe położenie względem ramienia bazowego ustawiane jest przez przyporządkowany mu, zamocowany w osi przegubu odrębny pozycyjny zespół napędowy. Zamontowane w przegubach czujniki położenia katowego ramion i pozycyjne zespoły napędowe włączone są w komputerowy układ sterowania robotem. Pozycyjne zespoły napędowe posiadają silnik elektryczny napędu bezpośredniego i wewnętrzną przekładnię zębatą.

W celu zmniejszenia bezwładności i eliminacji interakcji dynamicznych, pozycyjne zespoły napędowe zabudowywane są na nieruchomej podstawie, a przeniesienie momentu obrotowego na ramiona pozycyjne dokonywane jest przez przekładnie paskowe zębate lub za pośrednictwem płaskiego równoległowodów dźwigniowego. Rozwiązania z bezpośrednimi przekładniami paskowymi przedstawione są między innymi w opisach patentowych US 5634377, US 4693666 i US 4392776.

Sterowanie położeniem ramion w robotach przemysłowego typu "scara" polega na nadawaniu w poszczególnych przegubach względnych położań katowych ramion, które w łańcuchu kinematycznym umiejscawiają punkt roboczy końcowego ramienia pozycyjnego w żądanym położeniu. Stosuje się regulację nadążną ciągłą lub bezpośrednie sterowanie cyfrowe DDC, w którym sygnały czujników położenia katowego, koderów, przeliczników, przetworników katowo-impulsowych lub prądnic tachometrycznych przetwarzane są w oprogramowanym komputerze, realizując zadanie ruchowe łańcucha kinematycznego.

W znanych rozwiązaniach robotów "scara" liczba pozycyjnych zespołów napędowych równa jest liczbie stopni swobody robota, co stanowi o złożonej konstrukcji robota.

Robot "scara" według wynalazku wyróżnia się tym, że posiada tylko jeden pozycyjny zespół napędowy ramienia bazowego a w każdym przegubie ramienia pozycyjnego zabudowany ma hamulec sterowany z układu sterowania. Rozwiązanie takie umożliwia wykorzystanie sił masowych do zmiany względnych położań katowych ramion pozycyjnych a prowadzona jednocześnie kontrola ruchu ramion z użyciem hamulca umożliwia usytuowanie punktu roboczego końcowego ramienia pozycyjnego w żądanym położeniu. Efektem jest istotne uproszczenie konstrukcji robota.

Jako hamulce stosowane mogą być dowolnego rodzaju hamulce o sterowanym momencie hamowania i parametrach umożliwiających unieruchomienie ramion robota. Korzystnym jest wykorzystanie hamulców zawierających ciecz reologiczną, poddawaną oddziaływaniu sterowanego pola magnetycznego lub elektrycznego.

Wynalazek dotyczy również sposobu sterowania położeniem ramion w robocie według opisanej powyżej konstrukcji. Zmiana położenia katowego ramion pozycyjnych wykonywana jest z wykorzystaniem sił masowych dwoma sposobami. Według pierwszego sposobu żądane położenie punktu roboczego uzyskuje się przez wykonanie dla każdego przegubu - zaczynając kolejno od zewnętrznego - następujących czynności: przy zwolnionym hamulcu w przegubie, na którym zawieszone jest ustawiane ramię pozycyjne oraz przy włączonych hamulcach w pozostałych przegubach uruchamia się pozycyjny zespół napędowy i w sposób ciągły kontroluje zmianę położenia katowego. W strefie zbliżania się do żądanej wartości zwiększa moment hamujący w funkcji szybkości zmiany i w momencie uzyskania żądanego położenia katowego unieruchamia hamulcem ramiona tego przegubu. Siła masowa powodująca zmianę położenia katowego powstaje w wyniku przyspieszenia przegubu, na którym jest zawieszone ustawiane ramię pozycyjne.

Drugi sposób różni się od pierwszego tylko czynnościami inicjującymi siłę masową, która teraz skierowana jest przeciwnie w wyniku opóźniania przegubu. Czynności sterowania rozpoczyna uruchomienie pozycyjnego zespołu napędowego przy włączonych hamulcach we wszystkich przegubach, następnie dokonuje się zwolnienia hamulca przegubu, na którym zawieszone jest ustawiane ramię pozycyjne i zatrzymuje zespół napędowy.

Rozwiązanie według wynalazku uwidocznione jest w przykładzie wykonania dwuramiennego robota przemysłowego, przedstawionego schematycznie na rysunku fig. 1 w widoku perspektywicznym. Figury 2 do 7 pokazują przykładowe sytuacje przesterowywania ramion sposobami według wynalazku. Na fig. 2, 4 i 6 pokazane są zmiany położenia ramion uzyskane pierwszym sposobem sterowania, z przyspieszaniem ustawianego przegubu a na fig. 3, 5, i 7 dwie kolejne fazy sterowania ramion robota drugim sposobem, z opóźnianiem przegubu. Położenia początkowe ramion wysownane są linią ciągłą a końcowe przerywaną, natomiast stan hamulca włączonego obrazuje zaciemnienie symbolizującego go okręgu a stan wyłączony - okrąg jasny, pusty.

W nieruchomej, utwierdzonej do podłoża podstawie 8 robota zamocowany jest pozycyjny zespół napędowy 6, z pionowym wałem wyjściowym. Na czopie wału osadzone jest ramię bazowe 1, na którego drugim końcu w płaskim przegubie 2 o pionowej osi obrotu zawieszona jest ramię pozycyjne 3. Ramię bazowe 1 połączone jest z ramieniem pozycyjnym 3 przez hamulec 5, sterowany z komputerowego układu sterowania 7. Korzystnym z uwagi na dokładność regulacji momentu hamującego jest zastosowanie hamulca 5 typu magneto- lub elektroeologicznego. Względne położenie ramion 1 i 3 określane jest przez zamontowany w przegubie 2 czujnik położenia kąowego 4, którego sygnał doprowadzony jest do układu sterowania 7.

Pokazany na fig. 1 układ kinematyczny robota dwuramiennego może być w oczywisty sposób rozbudowany przez szeregowe przyłączenie do ramienia pozycyjnego 3 kolejnych ramion pozycyjnych, z zamontowanymi w każdym kolejnym przegubie 2 hamulcem 5 i czujnikiem położenia kąowego 4.

W dwuramiennym robocie "scara" każdy punkt płaszczyzny ograniczonej polem okręgu o promieniu stanowiącym sumę roboczych długości ramienia bazowego 1 i pozycyjnego 3 określony jest dwoma współrzędnymi α i β . Sterowanie ramion robota polega więc na nadawaniu ramionom w poszczególnych przegubach 2 wymaganych - wyliczonych w układzie sterowania 7 dla punktu B - położzeń kąowych α oraz kąowego położenia B ramienia bazowego 1. W łańcuchu kinematycznym umieszczają one punkt roboczy A końcowego ramienia pozycyjnego 3 w żądanym położeniu B. Odpowiadające usytuowaniu A początkowe sygnały czujnika położenia kąowego 4 i położenia kąowego ramienia bazowego 1 porównywane są w komputerowym układzie sterowania 7 z parametrami żadanego położenia punktu roboczego B. Po przetworzeniu danych układ sterowania 7 emituje sygnały sterujące pracą pozycyjnego zespołu napędowego 6 i hamulca 5.

Przykłady pokazane na fig. 2, 4 i 6 dotyczą sterowania według pierwszego z przedstawionych sposobów, z przyspieszaniem przegubu 2 przez uruchomienie pozycyjnego zespołu napędowego 6 przy zwolnionym hamulcu 5. Przedstawione linią ciągłą położenia początkowe A ramion i zadane położenia B - uzyskane w wyniku uruchomienia zespołu napędowego 6 w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara i wystąpienia siły masowej ramienia pozycyjnego 3 - oznaczone linią przerywaną, są w pełni czytelne. Po osiągnięciu wymaganego położenia kąowego α ramiona 1 i 3 zostają względem siebie unieruchomione hamulcem 5, następnie z układu sterowania 7 zostają wyemitowane sygnały do pozycyjnego zespołu napędowego 6 w celu ustawienie ramienia bazowego 1 pod kątem β - wyznaczonym w układzie sterowania 7 dla położenia B.

Na fig. 3, 5 i 7 pokazane są przykłady sterowania ramion drugim sposobem według wynalazku. Na każdej z figur z lewej strony pokazana jest pierwsza a z prawej druga, końcowa faza ustawiania ramion tym sposobem. Pierwszą fazę przy włączonym hamulcu 5 rozpoczyna uruchomienie pozycyjnego zespołu napędowego 6 a kończy jednoczesne zatrzymanie pozycyjnego zespołu napędowego 6 i zwolnienie hamulca 5 w momencie osiągnięcia kąta β . Podczas drugiej fazy siła masowa wywołana opóźnieniem przegubu 2 powoduje wychylenie ramienia pozycyjnego 3 względem osi przegubu 2. W miarę zbliżania się do wyznaczonej wartości kąta α sygnał czujnika położenia kąowego 4 inicjuje wzrost momentu hamującego, który w momencie osiągnięcia położenia B ma wartość zapewniającą sztywne połączenie ramion 1 i 3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Robot przemysłowy, składający się ze sztywnego ramienia bazowego i co najmniej jednego ramienia pozycyjnego, połączonych szeregowo przegubami płaskimi o pionowych osiach obrotu, którego ramię bazowe sprzężone jest z pozycyjnym zespołem napędowym zamocowanym na nieruchomej podstawie a zamontowane w przegubach czujniki położenia kąowego oraz pozycyjny zespół

napędowy włączone są w komputerowy układ sterowania, **znamienny tym**, że posiada tylko jeden pozycyjny zespół napędowy (6) ramienia bazowego (1) a w każdym przegubie (2) ramienia pozycyjnego (3) zabudowany ma hamulec (5) sterowany z układu sterowania (7).

2. Robot według zastrz. 1, **znamienny tym**, że hamulec (5) zawiera ciecz reologiczną poddawaną oddziaływaniu sterowanego pola magnetycznego/elektrycznego.

3. Sposób sterowania położeniem ramion robota przemysłowego, którego ramię bazowe sprzężone z pozycyjnym zespołem napędowym połączone jest szeregowo z co najmniej jednym ramieniem pozycyjnym przez płaskie przeguby o pionowej osi obrotu oraz wyposażone w hamulce włączane sygnałami układu sterowania, polegający na nadawaniu ramionom w poszczególnych przegubach względnych położeń kątowych, które w łańcuchu kinematycznym umiejscawiają punkt roboczy końcowego ramienia pozycyjnego w żądanym położeniu, **znamienny tym**, że żądane położenie (B) punktu roboczego uzyskuje się przez wykonanie dla każdego przegubu (2) zaczynając kolejno od zewnętrznego, następujących czynności: przy zwolnionym hamulcu (5) w przegubie (2) na którym zawieszone jest ustawiane ramię pozycyjne (3) oraz przy włączonych hamulcach (5) w pozostałych przegubach (2) uruchamia się pozycyjny zespół napędowy (6) i w sposób ciągły kontroluje zmianę położenia kątowego (α), w strefie zbliżania się do żądanej wartości zwiększa moment hamujący w funkcji szybkości zmiany i w momencie uzyskania żadanego położenia kątowego (α) unieruchamia hamulcem (5) ramiona tego przegubu (2).

4. Sposób sterowania położeniem ramion robota przemysłowego, którego ramię bazowe sprzężone z pozycyjnym zespołem napędowym połączone jest szeregowo z co najmniej jednym ramieniem pozycyjnym przez płaskie przeguby o pionowej osi obrotu oraz wyposażone w hamulce włączane sygnałami układu sterowania, polegający na nadawaniu ramionom w poszczególnych przegubach względnych położeń kątowych, które w łańcuchu kinematycznym umiejscawiają punkt roboczy końcowego ramienia pozycyjnego w żądanym położeniu, **znamienny tym**, że żądane położenie (B) punktu roboczego uzyskuje się przez wykonanie dla każdego przegubu (2), zaczynając kolejno od zewnętrznego, następujących czynności: przy włączonych hamulcach (5) we wszystkich przegubach (2) uruchamia się pozycyjny zespół napędowy (6) następnie dokonuje zwolnienia hamulca (5) przegubu (2) na którym zawieszone jest ustawiane ramię pozycyjne (3) i zatrzymuje zespół napędowy (6), zmianę położenia kątowego (α) w sposób ciągły kontroluje i w strefie zbliżania się do żądanej wartości zwiększa moment hamujący w funkcji szybkości zmiany a w momencie uzyskania żadanego położenia kątowego (α) unieruchamia hamulcem (5) ramiona tego przegubu (2).

Rysunki

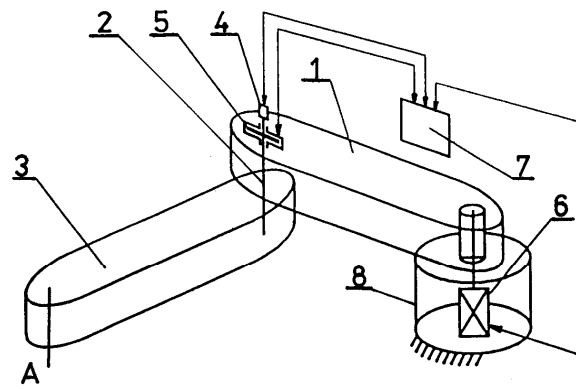


FIG.1

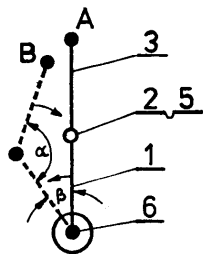


FIG.2

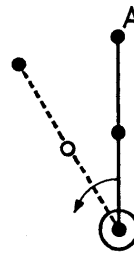


FIG.3

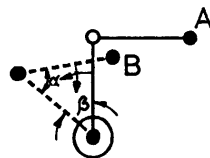
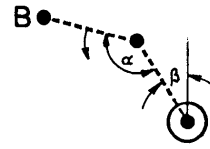


FIG.4

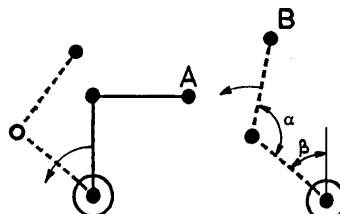


FIG.5

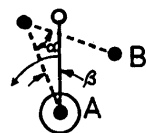


FIG.6

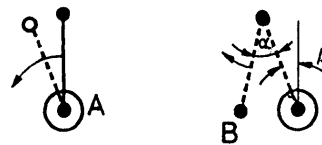


FIG.7

