

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 245676 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **443761**

(22) Data zgłoszenia: **2023.02.13**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.11.13 BUP 46/2023**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.09.16 WUP 38/2024**

(51) MKP:

A01M 21/02 (2006.01)

A01M 21/00 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:
**AGROBOTS SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Olsztyn, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
JANUSZ CIEŚLAK, Dobra, PL
KAMIL NIEDBAŁKA, Łódź, PL
KAMIL MODZELEWSKI, Dębe Wielkie, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Adam Pawłowski, Łódź, PL

(54) Tytuł:

Urządzenie do usuwania chwastów i sposób usuwania chwastów

PL 245676 B1

Opis wynalazku

Niniejszy wynalazek dotyczy dziedziny maszyn rolniczych, w szczególności urządzeń do usuwania chwastów i sposobu usuwania chwastów.

Urządzenia do usuwania chwastów, zwane pielnikami, to narzędzia rolnicze stosowane w pracach pielęgnacyjnych roślin uprawianych w rzędach, takich jak ziemniaki czy inne warzywa, do niszczenia chwastów w międzyrzędziach uprawy. Typowe pielniki to urządzenia przystosowane do współpracy z ciągnikiem rolniczym, zawierające szereg noży pielących zamontowanych na listwie poprzecznej do kierunku ruchu ciągnika.

Istotnym problemem w pielieniu upraw jest objęcie obszarem pielienia możliwie dużej powierzchni pomiędzy roślinami uprawnymi, tak aby jednak nie uszkodzić w trakcie pielienia roślin uprawnych. W tym celu opracowano dotychczas szereg różnych rozwiązań, jak zostanie to omówione poniżej.

Znane są rozwiązania dotyczące przetwarzania danych obrazowych, w celu wykrycia obszarów zajmowanych przez chwasty i/lub rośliny uprawne, tak aby wskazać obszar, który ma zostać poddany pielieniu lub innym procesom.

Przykładowo, w zgłoszeniu patentowym US2018330166A1 opisano moduł oparty o sieci neuronowe przystosowany do przetwarzania danych obrazowych w celu wykrycia roślin, do zastosowania w urządzeniach rolniczych do obróbki roślin, tak aby wskazać urządzeniu obszar zajmowany przez roślinę. Moduł ten jest w szczególności dedykowany do współpracy z automatycznymi zraszacami do nanoszenia różnego rodzaju oprysków na rośliny.

Z kolei w zgłoszeniu patentowym WO2019083336A1 opisano moduł oparty o sieci neuronowe przystosowany do klasyfikowania na podstawie danych obrazowych roślin uprawnych i chwastów, w którym najpierw rozpoznaje się położenie rzędów roślin uprawnych, a następnie w obrębie rzędów odróżnia się rośliny uprawne od chwastów. Moduł ten może być wykorzystany do współpracy z pielnikami celem wskazania obszarów do pielienia, przy czym w dokumencie tym nie opisano konstrukcji pielników, dla których może być stosowany ten moduł.

Znane są różnego rodzaju zautomatyzowane pielniki, zdolne do pielienia we wskazanym obszarze.

Przykładowo, w zgłoszeniu patentowym JPH09137A opisano pielnik przystosowany do usuwania pojedynczych roślin i ich odsysania z obszaru pielienia.

Z kolei w publikacji patentowej PL239730 opisano urządzenie do usuwania chwastów, mające ramę nośną z zaczepem do sprzężenia z pojazdem samobieżnym, kamerę wizyjną sprzężoną z komputerem do autonomicznego rozpoznawania chwastów i roślin uprawnych, oraz co najmniej jeden zespół pielący wyposażony w narzędzia do mechanicznego usuwania chwastów. Zespół pielący ma ramiona robocze zakończone ostrzami podcinającymi, sprzężone mechanicznie z motoreduktorem do przekształcenia ruchu obrotowego w ruch wahadłowy ramion roboczych. Niedogodnością tego rozwiązania jest kompromis pomiędzy prędkością działania a dokładnością pielienia, ze względu na czas potrzebny na odchylenie ramion od roślin uprawnych (aby uniknąć ich usunięcia). Jeśli ciągnik porusza się szybko, to obszar wokół rośliny nie objęty pielieniem jest dość duży, gdyż ramiona robocze muszą odpowiednio wcześniej odchylić się od rośliny. Natomiast, gdy ramiona robocze mają się odchylić w bliskim sąsiedztwie rośliny, to ciągnik musi poruszać się powoli, aby ramiona zdążyły się odchylić. Ponadto, tego typu ramiona są podatne na uszkodzenia od przeszkód w glebie takich jak duże kamienie, co wymaga stosowania momentomierza sztywno połączonego z motoreduktorem do kontrolowania poziomu oporów mechanicznych.

Celowym byłoby opracowanie usprawnień w zakresie urządzeń do usuwania chwastów, celem zwiększenia dokładności pielienia przy zachowaniu możliwie szybkiej prędkości pracy.

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie do usuwania chwastów, przeznaczone do przyłączania do ciągnika rolniczego celem prowadzenia urządzenia wzdłuż rzędów roślin uprawnych, zawierające co najmniej jeden moduł pielący z narzędziami pielącymi sterowany za pomocą komputera sterującego połączonego z kamerą. Urządzenie charakteryzuje się tym, że moduł pielący zawiera dwa narzędzia, z których jedno stanowi nóż zamocowany na obrotowym trzpieniu, przy czym nóż ma ramiona pomiędzy którymi znajdują się wycięcia, przy czym nóż ma pozycję regulowaną pomiędzy pozycją usuwania chwastów a pozycją omijania rośliny, w której odległość pomiędzy ramieniem noża najbliższym drugiemu narzędziu a wspomnianym drugim narzędziem jest większa niż w pozycji usuwania chwastów.

Korzystnie, drugie z narzędzi modułu pielącego stanowi nóż zamocowany na obrotowym trzpieniu.

Korzystnie, drugie z narzędzi modułu pielącego stanowi pasywny nóż zamocowany na nieruchomym uchwycie.

Korzystnie, nóż ma postać płaskiego talerza, o co najmniej dwóch ramionach, których końce są zlokalizowane na obwodzie okręgu wyznaczającego zewnętrzną średnicę talerza, a pomiędzy ramionami znajdują się łukowate wycięcia.

Korzystnie, komputer sterujący zawiera moduł rozpoznawania roślin zrealizowany jako moduł sztucznej inteligencji zdolny do rozpoznawania w danych obrazowych z kamery obszarów zajmowanych przez rośliny uprawne.

Korzystnie, urządzenie zawiera znacznik zainstalowany w polu widzenia kamery w znanej odległości od kamery.

Korzystnie, co najmniej jeden moduł pielący zamocowany jest na belce wyposażonej w moduł przesuwu bocznego z siłownikiem do ustawiania pozycji modułu pielącego w kierunku poprzecznym względem kierunku pielenia.

Korzystnie, narzędzia są zamocowane na uchylnych ramionach sprzęgniętych ze sobą i ze sprężyną przystosowanych do odchylenia się od siebie gdy narzędzie zamocowane do końca jednego z ramion napotka na przeszkodę.

Przedmiotem wynalazku jest ponadto sposób usuwania chwastów za pomocą urządzenia tu opisanego, charakteryzujący się tym, że moduły pielące ustawia się do pozycji, w której narzędzia są zagłębione w glebie symetrycznie względem linii przebiegu danego rzędu roślin uprawnych, po przeciwnych stronach tej linii, a gdy narzędzia zbliżają się do rośliny, rozpoczyna się obrót wokół osi co najmniej jednego ze wspomnianych dwóch narzędzi tak, w trakcie ruchu posuwisto-obrotowego względem rośliny, ustawiając je w pozycji omijania rośliny, po czym przemieszcza się narzędzia do pozycji pielenia.

Korzystnie, wykonuje się co najmniej jedno przejście co najmniej jednego narzędzia 2 pozycji pielenia do pozycji omijania rośliny zanim narzędzia zbliżą się do rośliny.

Urządzenie według wynalazku jest przeznaczone do niszczenia chwastów w uprawach roślinnych w taki sposób, aby niszczyć chwasty w obrębie rzędów roślin uprawnych możliwie blisko roślin, jednocześnie minimalizując ryzyko naruszenia roślin uprawnych. Proces może być prowadzony z dużą dokładnością dzięki zastosowaniu specyficznego kształtu noży i sposobu sterowania nożami.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunkach, na których:

Fig. 1 przedstawia widok poglądowy urządzenia do usuwania chwastów ciągniętego przez ciągnik rolniczy wzdłuż rzędów roślin uprawnych;

Fig. 2A, 2B i 2C przedstawiają urządzenie do usuwania chwastów w widoku odpowiednio z ukosa od przodu, z ukosa od tyłu i z boku;

Fig. 3A przedstawia schematycznie zasadę działania mechanizmu przesuwu bocznego, a Fig. 3B przedstawia układ siłowników mechanizmu przesuwu bocznego;

Fig. 4A, 4B, 4C przedstawiają ostrza pielące w trakcie pracy w pobliżu rośliny uprawnej;

Fig. 5 przedstawia schematycznie obszar pielenia wokół roślin uprawnych;

Fig. 6A–6D przedstawiają przykładowe kształty noży;

Fig. 7A–7C przedstawiają przykładową, konfigurację hybrydową narzędzi pielących;

Fig. 8 przedstawia układ rozchylania narzędzi;

Fig. 9 przedstawia schemat funkcjonalny urządzenia do usuwania chwastów;

Fig. 10 przedstawia przykładowy obraz z kamery z oznaczonymi pozycjami wykrytych roślin.

Fig. 1 przedstawia widok poglądowy, a Fig. 9 schemat funkcjonalny, urządzenia 1 do usuwania chwastów ciągniętego przez ciągnik rolniczy 2 wzdłuż rzędów 3 roślin uprawnych. Przykładowo, urządzenie 1 może być sprzęgnięte z ciągnikiem 2 za pomocą standardowego złącza trójpunktowego zawieszania oraz wałka przekazującego moc.

W przedstawionym przykładzie wykonania urządzenie 1 do usuwania chwastów zawiera korpus główny 11, do którego przyłączony jest co najmniej jeden moduł pielący 12 – w zilustrowanym przykładzie wykonania występują dwa moduły pielące 12, lecz w innych przykładach występować może więcej modułów pielących 12. W korpusie głównym zainstalowane są elementy wspomagające pracę modułu pielącego 12, takie jak oprzyrządowanie elektryczne (takie jak akumulatory, generator prądu, rozłączniki, bezpieczniki, styczniki, przetwornice napięcia), oprzyrządowanie hydrauliczne (takie jak zbiornik olejowy, pompa, zawory, czujniki ciśnienia) i elementy pomiarowe (takie jak czujnik przemieszczania się urządzenia, czujnik wysokości ponad podłożem, naświetlacze podłoża, kamera) oraz sterujące (takie jak komputer sterujący pracą urządzenia). Korpus główny 11 ma w tylnej części belkę narzędziową 13, do której, korzystnie za pośrednictwem układu przesuwu bocznego, zamontowane są moduły pielące 12.

W przedstawionym na Fig. 1 przykładzie wykonania, każdy z modułów pielących 12 zawiera parę noży 121, 122, każdy zamontowany na obrotowym trzpieniu 123, 124 przymocowanym do belki nośnej 125. Noże 121, 122 mają korzystnie postać płaskich talerzy o co najmniej dwóch ramionach 121R, których końce są zlokalizowane na obwodzie okręgu wyznaczającego zewnętrzną średnicę talerza, a pomiędzy ramionami 121R znajdują się łukowate wyęcia 121W. Powierzchnia talerzy może mieć przetłoczenia celem zwiększenia ich sztywności. Przykładowe kształty noży dla konfiguracji w której noże występują w parach przedstawiono na Fig. 6A–6D, gdzie przedstawiono noże dwuramiennie 121A, trójramienne 121B, czteroramiennie 121C, pięcioramiennie 121D. Podczas pracy talerze mogą być ustawione w pozycji usuwania chwastów lub w pozycji omijania rośliny. W pozycji usuwania chwastów, jak przedstawiono na Fig. 4A, 4C, 6A–6D, ramiona 121R obydwu noży 121, 122 są w możliwie bliskiej odległości względem siebie, korzystnie stykają się ze sobą. W pozycji omijania rośliny, jak przedstawiono na fig. 4B, ramiona 121R obydwu noży 121, 122 są w możliwie dalekiej odległości względem siebie, tak aby występowała pomiędzy nimi przerwa, a środek rośliny znajdował się pomiędzy sąsiadującymi ze sobą wycięciami 121 W.

W trakcie pracy urządzenia 1 do usuwania chwastów moduły pielące 12 są ustawiane tak, aby ich para noży 121, 122 była zagłębiona w glebie na głębokość skuteczną dla usuwania chwastów (która może być zależna od rodzaju chwastów występujących w danej uprawie, typowo jest to głębokość między 1 a 10 cm) i znajdowała się symetrycznie względem linii przebiegu danego rzędu 3 roślin uprawnych, tak aby jeden nóż znajdował się po jednej stronie tej linii, a drugi nóż znajdował się po drugiej stronie. Gdy noże 121, 122 znajdują się pomiędzy roślinami w rzędzie, ustawione są nieruchomo w pozycji usuwania chwastów, jak przedstawiono na Fig. 4A. Gdy noże 121, 122 zbliżają się do rośliny 31, rozpoczynają obrót wokół osi trzpieni 123, 124 w przeciwnych kierunkach (przykładowo, patrząc od góry, lewy nóż 121 może obracać się w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, a prawy nóż 122 w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara), przy czym parametry obrotu dobrane są tak, aby w trakcie ich ruchu posuwisto-obrotowego względem rośliny 31, roślina (w szczególności jej centralny punkt, w którym zwykle znajduje się korzeń rośliny) znalazł się w przestrzeni wycięciu 121W pomiędzy ramionami 121R noży, jak przedstawiono na Fig. 4B. Następnie noże kontynuują obrót do momentu przejścia w pozycję usuwania chwastów, jak przedstawiono na Fig. 4C, po czym zatrzymują się i są dalej przesuwane do momentu dojścia do kolejnej rośliny 31. W rezultacie, moduł pielący 12 usuwa chwasty z powierzchni 32 oznaczonej na Fig. 5, pozostawiając nienaruszony jedynie niewielki fragment 33 wokół każdej z roślin 31.

Aby ułatwić pracę maszyny z możliwie dużą prędkością przesuwu wzdłuż rzędów 3 roślin uprawnych, wprawianie noży 121, 122 w ruch może rozpocząć się we względnie dużej odległości od rośliny 31, tak aby przed właściwym obrotem w którym ramiona 121R ostrzy 121, 122 ominą roślinę 31, noże 121, 122 wykonały co najmniej jedno przejście pomiędzy pozycją usuwania chwastów a pozycją omijania rośliny (tj. w przypadku noży dwuramiennych – pół pełnego obrotu, w przypadku noży trójramiennych – jedną trzecią pełnego obrotu, w przypadku noży czteroramiennych – jedną czwartą obrotu itd.). Ze względu na opór, jaki stawia gleba, początkowa faza obrotu, w trakcie której musi dojść do wprawienia noży w ruch i nadania im docelowej prędkości obrotowej, może być dłuższa niż dalsze fazy, gdy noże mają już nadaną docelową prędkość obrotową, co może skutkować tym, że kształt pierwszego obszaru ominięcia rośliny będzie nieco wydłużony (w kierunku przesuwu urządzenia) względem pożądanego docelowego kształtu przy docelowej prędkości obrotu noży. Dzięki temu, że wspomniana początkowa faza jest wykonywana zanim jeszcze noże zbliżą się do rośliny, to przy dojściu do rośliny noże mają już nadaną docelową prędkość obrotową i ich obrót wokół rośliny trwa krótko, a zatem obszar pominięty z pielienia może być możliwie mały i blisko korzenia rośliny.

Ponadto, możliwe jest aby zamiast pary obrotowych noży 121, 122 zamontowanych do modułu pielącego 12 zastosować tylko jeden nóż obrotowy 121 zamontowany na obrotowym trzpieniu 123 przymocowanym do belki nośnej 125 i jeden nóż pasywny 151 na nieruchomym uchwycie 152, co zilustrowano na Fig. 7A–7C (taką konfigurację można nazwać konfiguracją hybrydową). Wspomniany nóż pasywny 151 może mieć kształt litery V o czubku skierowanym zgodnie z kierunkiem pielienia. Wówczas wspomniany nóż obrotowy 121 może być nieco większy od noży obrotowych stosowanych w parze, lub też może mieć nieco większe wycięcia, aby uzyskać odpowiednie obejście rośliny. Podczas pracy wspomniany pojedynczy nóż obrotowy 121 może być ustawiony w pozycji usuwania chwastów lub w pozycji omijania rośliny, analogicznie jak omówiono dla konfiguracji dla par noży. W takim przypadku dopuszcza się również niesymetryczną pracę zespołu hybrydowego względem rzędu roślin. Możliwe jest również

stosowanie innych konfiguracji narzędzi w module pielącym, przykładowo konfiguracji trzech czy więcej narzędzi.

Położenie rzędów 3 roślin uprawnych oraz samych roślin uprawnych 31 jest określane za pomocą modułu 111 rozpoznawania roślin, zrealizowanego korzystnie jako moduł programowy obsługiwany przez komputer sterujący 110. Moduł 111 rozpoznawania roślin jest przystosowany do analizowania danych obrazowych dostarczanych z kamery 114 zamontowanej w urządzeniu w położeniu przed modułami pielącymi 12 (względem kierunku przemieszczania się urządzenia). W trakcie przemieszczania się urządzenia, kamera 114 wykonuje zdjęcia z zadaną częstotliwością, dobraną korzystnie tak, aby przynajmniej fragment każdego ze zdjęć pokrywał się z fragmentem uprzednio wykonanego zdjęcia (lub, korzystniej, przynajmniej połowa każdego ze zdjęć pokrywała się z fragmentem uprzednio wykonanego zdjęcia, co ułatwia określenie korelacji pomiędzy kolejnymi zdjęciami). Pole widzenia 114P kamery 114, oznaczone schematycznie linią przerywaną na Fig. 2B i 2C, obejmuje co najmniej jeden rząd 3 roślin uprawnych. Możliwe jest zastosowanie kamery 114 szerokokątnej, której pole widzenia będzie obejmowało dwa rzędy 3 lub więcej rzędów. Zasadniczo, w urządzeniu należy zastosować tyle kamer 114, aby objęły swoim zasięgiem pole pracy wszystkich modułów pielących 12. Moduł 111 rozpoznawania roślin jest korzystnie modułem sztucznej inteligencji, przykładowo odpowiednio wyuczoną siecią neuronową, zdolnym do rozpoznawania w danych obrazowych obszarów zajmowanych przez rośliny uprawne 31. Moduł 111 rozpoznawania roślin może być modułem dedykowanym do rozpoznawania konkretnego rodzaju roślin, przykładowo wyuczonym do rozpoznawania ziemniaków lub kapusty, lub też może być modułem wielofunkcyjnym, nastawnym przed rozpoczęciem pracy do rozpoznania danego typu rośliny, której uprawa ma podlegać pieleniu. Przykładowo, moduł 111 rozpoznawania roślin może być przystosowany do rozpoznawania obszaru zajmowanego przez roślinę 31 (przykładowo, przez jej liście widoczne na obrazie z kamery 114) i wyznaczania środka geometrycznego rośliny 31 (lub innego punktu, zależnie od rodzaju rośliny, przykładowo punktu o największym zagęszczeniu fragmentów należących do rośliny), tak aby noże tnące 121, 122 podczas pracy ominęły obszar wyznaczonego środka geometrycznego, w którym z największym prawdopodobieństwem znajduje się korzeń rośliny lub inne jej istotne fragmenty, które powinny zostać ominięte przez ramiona 121R noży 121, 122. Przykładowy wynik działania modułu 111 rozpoznawania roślin nałożony na obraz z kamery 114 w jej polu widzenia 114P przedstawiono na fig. 10, gdzie prostokątami 114R oznaczono miejsca w których wykryto obecność rośliny. W polu widzenia 114P kamery 114 może być umieszczony znacznik 114Z o znanych rozmiarach i położeniu względem kamery, tak aby możliwe było precyzyjne przeskalowanie danych obrazowych względem znacznika 114Z. Alternatywnie, w urządzeniu może być zainstalowany czujnik odległości kamery od podłoża (przykładowo, czujnik radarowy lub ultradźwiękowy). Wyznaczenie położenia linii rzędu 3 roślin 31 możliwe jest poprzez wyznaczenie linii łączącej dwie kolejno rozpoznane rośliny w kierunku przemieszczania się urządzenia lub linii stanowiącej najlepsze dopasowanie pomiędzy trzema lub więcej roślinami 3 rozpoznanymi w kierunku przemieszczania się urządzenia. Moduł 111 rozpoznawania roślin jest zatem przystosowany do podawania informacji o tym, w którym miejscu na obrazie znajdują się rośliny 31 i linie rzędów 3 roślin. Możliwe jest ponadto stosowanie modułów 111 rozpoznawania roślin innych typów, przykładowo modułu sztucznej inteligencji do rozpoznawania obszarów zajmowanych przez chwasty, modułów algorytmicznych do rozpoznawania obszarów zajmowanych przez rośliny, modułów algorytmicznych do rozpoznawania obszarów zajmowanych przez chwasty, lub zewnętrznych modułów typu „czarna skrzynka” o nieznanym sposobie działania lecz znanym rezultacie w postaci określania, które obszary powinny zostać poddane pieleniu. Algorytmy obliczeniowe mogą być wykonywane przez układ obliczeniowy zainstalowany w urządzeniu lub przez zewnętrzne układy obliczeniowe, przykładowo dostępne w chmurze obliczeniowej, na podstawie wysyłanych do nich obrazów z kamery.

Moduł analizy położenia 112 pobiera dane o położeniach roślin 31 i linii rzędów 3 roślin, znanej pozycji znacznika 114Z (który może stanowić punkt referencyjny dla pozostałych pomiarów), jak również danych o prędkości przemieszczania się urządzenia (dostarczanych przykładowo przez koło pomiarowe jako jeden z czujników 115) wylicza, w jakiej pozycji powinny się znajdować moduły pielące 12 oraz w których momentach powinny być aktywowane obroty noży 121, 122. Inne czujniki 115, które mogą być zainstalowane w urządzeniu w celu sterowania lub dostrajania pracy poszczególnych podzespołów to przykładowo czujnik położenia modułów przesuwu bocznego 131, 132, czujnik wysokości ponad glebą, czujnik ciśnienia oleju itp.

Użytkownik może nadzorować pracę urządzenia poprzez interfejs użytkownika 113, za pomocą którego wprowadza nastawy do komputera sterującego, takie jak przykładowo rodzaj uprawianych roślin, faza wzrostu konkretnego gatunku (przykładowo, można rozróżniać trzy różne fazy wzrostu). Ponadto, można stosować różnego rodzaju filtry, przykładowo próg pewności wykrycia, ilość próbek. Użytkownik może ponadto wprowadzić liczbę rzędów i prawdopodobny rozstaw roślin. Interfejs może umożliwiać sterowanie manualne, bazowanie oraz posiadać bardziej zaawansowane menu dla doświadczonych użytkowników lub serwisantów systemu.

Korzystnie, moduły pielące 12 zamocowane są na belce 13 wyposażonej w moduł przesuwu boczno, zawierający dedykowany dla każdego modułu pielącego 12 siłownik 131, 132. Korzystnie, siłowniki są zamontowane parami, co ułatwia doprowadzenie do nich przyłączy sterujących i zasilających (hydraulicznych). Każdy z siłowników 131, 132 jest przystosowany do ustawiania takiej pozycji zamontowanego do niego modułu pielącego 12, aby moduł pielący znajdował się na linii danego rzędu 3 roślin uprawnych 31, wyznaczonej przez moduł 111 rozpoznawania roślin. Przykładowo, każdy z siłowników 131, 132 może umożliwiać przemieszczanie danego modułu pielącego o +/- 100 mm względem pozycji centralnej odpowiednio w lewą lub prawą stronę wzdłuż belki 13, co pozwala na precyzyjne śledzenie linii rzędu 3 roślin przez moduły pielące 12, bez konieczności korygowania trasy przejazdu ciągnika (dopóki odchylenie położenia rzędów 3 nie wykracza poza zakres pracy siłowników 131, 132). W zależności od potrzeb i docelowej wydajności urządzenia, na jednej belce można zamontować kilka do kilkunastu modułów pielących. Ponadto, maszyna może zawierać dedykowane moduły przesuwu boczno na każdy zagon z określoną liczbą rzędów.

Urządzenie może mieć regulowaną wysokość, tak aby dostosować głębokość pielienia do warunków w danej uprawie.

Ponadto, urządzenie może mieć mechanizm automatycznego rozsuwania narzędzi pielących w przypadku napotkania przeszkody, przedstawiony na Fig. 8. Mechanizm ten jest szczególnie przydatny dla rozwiązania z dwoma nożami obrotowymi. Przykładowo, gdy pomiędzy parę narzędzi wpadnie ciało obce (takie jak łodyga czy kamień), para narzędzi rozchyła się na boki przepuszczając przedmiot nie przerywając pracy, a po chwili dzięki układowi sprężyn, przegubów i cięgien wraca do pozycji standardowego położenia. W takim rozwiązaniu, obrotowe trzpienie 123, 124 do których przymocowane są noże 121, 122 zamocowane są do belki nośnej 125 za pośrednictwem uchylnych ramion 141, 142. Ramiona 141, 142 są ze sobą sprzęgnięte, korzystnie za pomocą zębatek 143, 144, tak że uchył jednego z ramion 141, 142 wywołuje analogiczny uchył drugiego z ramion 142, 141. Przy końcach ramion do których są zamocowane trzpienie 123, 124 znajdują się drążki 145, 146 przymocowane do suwliwego elementu centralnego 147 na prowadnicy 148, który jest popychany sprężyną 149. Mechanizm działa w ten sposób, że jeśli jedno z narzędzi 121, 122 napotka na przeszkodę, to odchyła się od osi ruchu urządzenia do momentu ominięcia przeszkody, powodując jednocześnie odchylenie drugiego z narzędzi i ściśnięcie sprężyny 149 (do pozycji przedstawionej na Fig. 8). Gdy przeszkoda zostanie ominięta (zakładając, że jest nie większa niż zakres wychylenia się narzędzia), sprężyna 149 rozpręża się i wymusza powrót narzędzi 121, 122 do pozycji wyjściowej, w której narzędzia są blisko siebie (jak np. na Fig. 2A). Wstępna siła napięcia sprężyny 149 może być regulowana pokrętkiem 140.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do usuwania chwastów, przeznaczone do przyłączania do ciągnika rolniczego celem prowadzenia urządzenia wzdłuż rzędów roślin uprawnych, zawierające co najmniej jeden moduł pielący z narzędziami pielącymi sterowany za pomocą komputera sterującego połączonego z kamerą, **znamiennie tym**, że moduł pielący (12) zawiera dwa narzędzia, z których jedno stanowi nóż (121) zamocowany na obrotowym trzpieniu (123), przy czym nóż (121) ma ramiona (121R) pomiędzy którymi znajdują się wycięcia (121W), przy czym nóż (121) ma pozycję regulowaną pomiędzy pozycją usuwania chwastów a pozycją omijania rośliny, w której odległość pomiędzy ramieniem (121R) noża (121) najbliższym drugiemu narzędziu (122, 151) a wspomnianym drugim narzędziem (122, 151) jest większa niż w pozycji usuwania chwastów.
2. Urządzenie według zastrzeżenia 1 **znamiennie tym**, że drugie z narzędzi modułu pielącego (12) stanowi nóż (122) zamocowany na obrotowym trzpieniu (124).
3. Urządzenie według zastrzeżenia 1 **znamiennie tym**, że drugie z narzędzi modułu pielącego (12) stanowi pasywny nóż (151) zamocowany na nieruchomym uchwycie (152).

4. Urządzenie według dowolnego z wcześniejszych zastrzeżeń **znamiennie tym**, że nóż (121, 122) ma postać płaskiego talerza, o co najmniej dwóch ramionach (121R), których końce są zlokalizowane na obwodzie okręgu wyznaczającego zewnętrzną średnicę talerza, a pomiędzy ramionami (121R) znajdują się łukowate wycięcia (121W).
5. Urządzenie według dowolnego z wcześniejszych zastrzeżeń **znamiennie tym**, że komputer sterujący (110) zawiera moduł rozpoznawania roślin (111) zrealizowany jako moduł sztucznej inteligencji zdolny do rozpoznawania w danych obrazowych z kamery (114) obszarów zajmowanych przez rośliny uprawne (31).
6. Urządzenie według dowolnego z wcześniejszych zastrzeżeń, **znamiennie tym**, że zawiera znacznik (114Z) zainstalowany w polu widzenia kamery (114) w znanej odległości od kamery (114).
7. Urządzenie według dowolnego z wcześniejszych zastrzeżeń, **znamiennie tym**, że co najmniej jeden moduł pielący (12) zamocowany jest na belce (13) wyposażonej w moduł przesuwu bocznego z siłownikiem (131) do ustawiania pozycji modułu pielącego (12) w kierunku poprzecznym względem kierunku pielenia.
8. Urządzenie według dowolnego z wcześniejszych zastrzeżeń, **znamiennie tym**, że narzędzia (121, 122, 151) są zamocowane na uchylnych ramionach (141, 142) sprzęgniętych ze sobą i ze sprężyną (149) przystosowanych do odchylania się od siebie gdy narzędzie zamocowane do końca jednego z ramion (141, 142) napotka na przeszkodę.
9. Sposób usuwania chwastów za pomocą urządzenia zgodnego z zastrzeżeniem 1 **znamienny tym**, że moduły pielące (12) ustawia się do pozycji, w której narzędzia (121, 122, 151) są zagłębione w glebie symetrycznie względem linii przebiegu danego rzędu (3) roślin uprawnych, po przeciwnych stronach tej linii, a gdy narzędzia (121, 122, 151) zbliżają się do rośliny (31), rozpoczyna się obrót wokół osi co najmniej jednego ze wspomnianych dwóch narzędzi (121, 122) w trakcie ruchu posuwisto-obrotowego względem rośliny (31) ustawiając je w pozycji omijania rośliny, po czym przemieszcza się narzędzia (121, 122) do pozycji pielenia.
10. Sposób według zastrzeżenia 9 **znamienny tym**, że wykonuje się co najmniej jedno przejście co najmniej jednego narzędzia (121, 122) z pozycji pielenia do pozycji omijania rośliny zanim narzędzia (121, 122, 151) zbliżą się do rośliny (31).

Rysunki

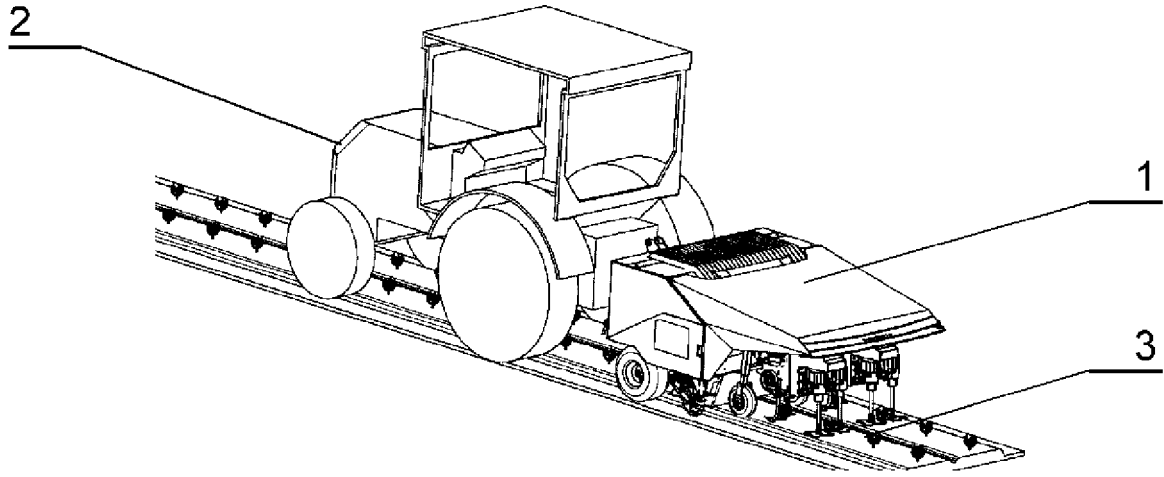


Fig. 1

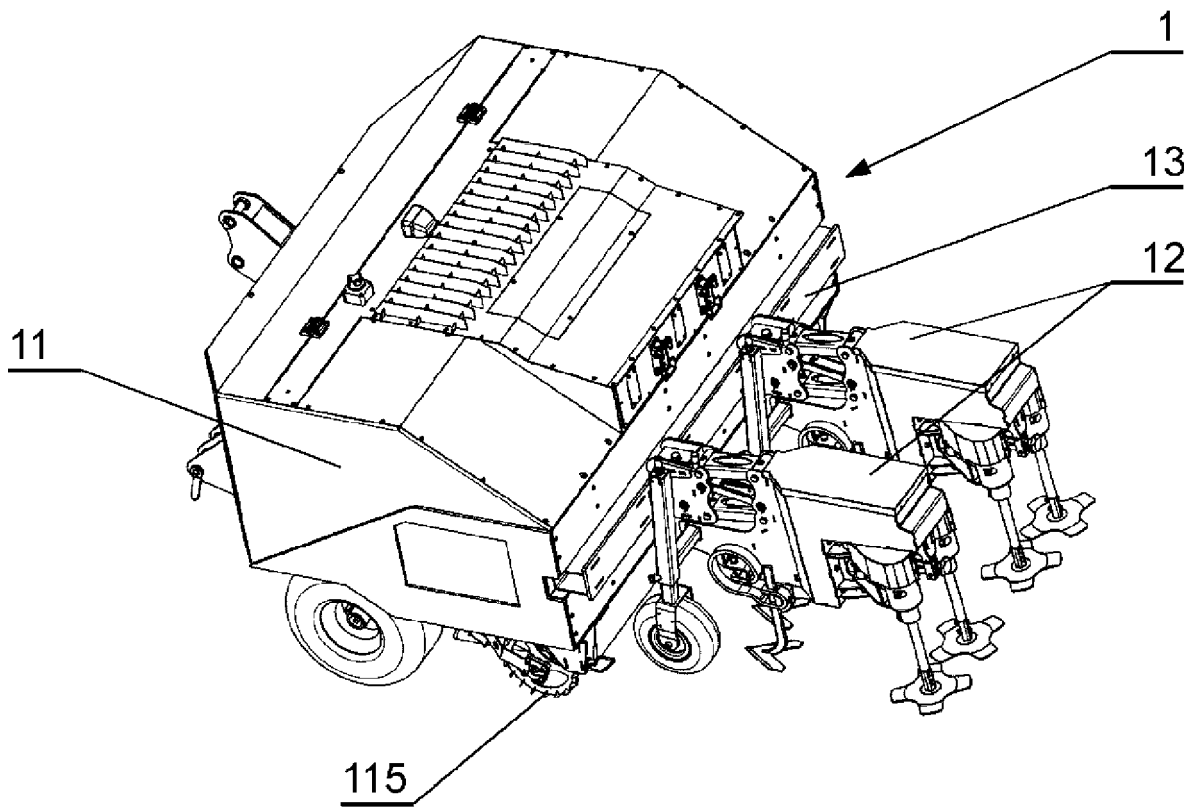


Fig. 2A

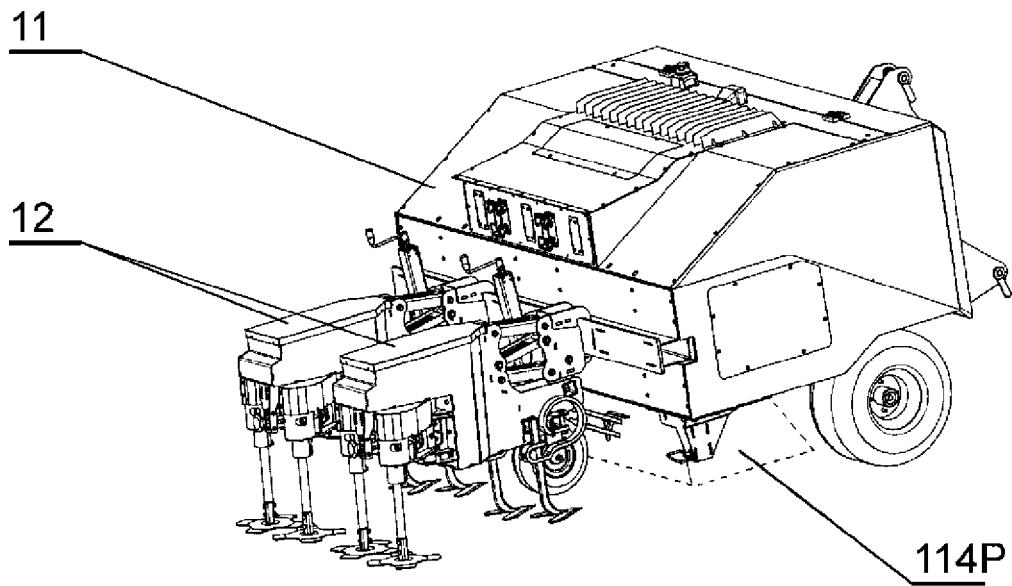


Fig. 2B

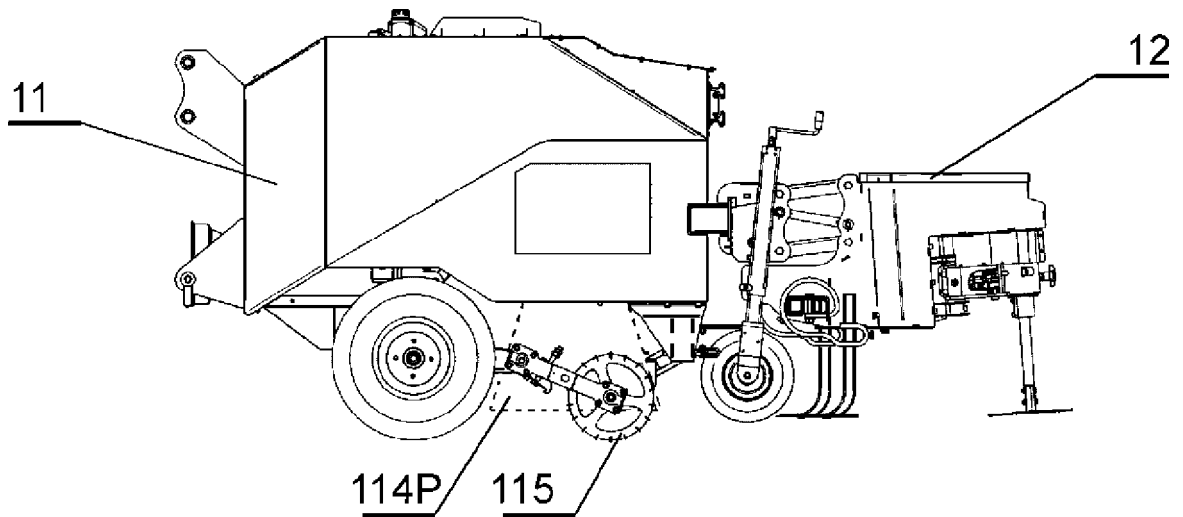


Fig. 2C

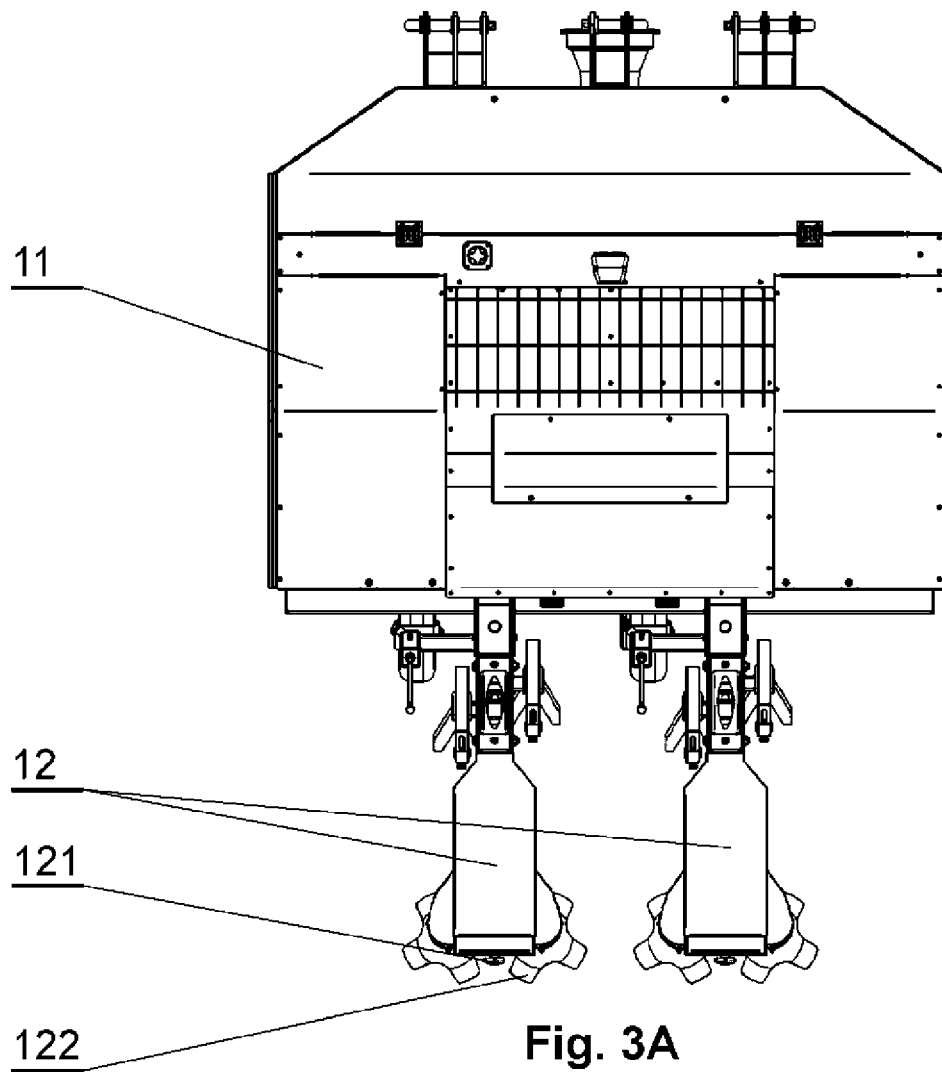


Fig. 3A

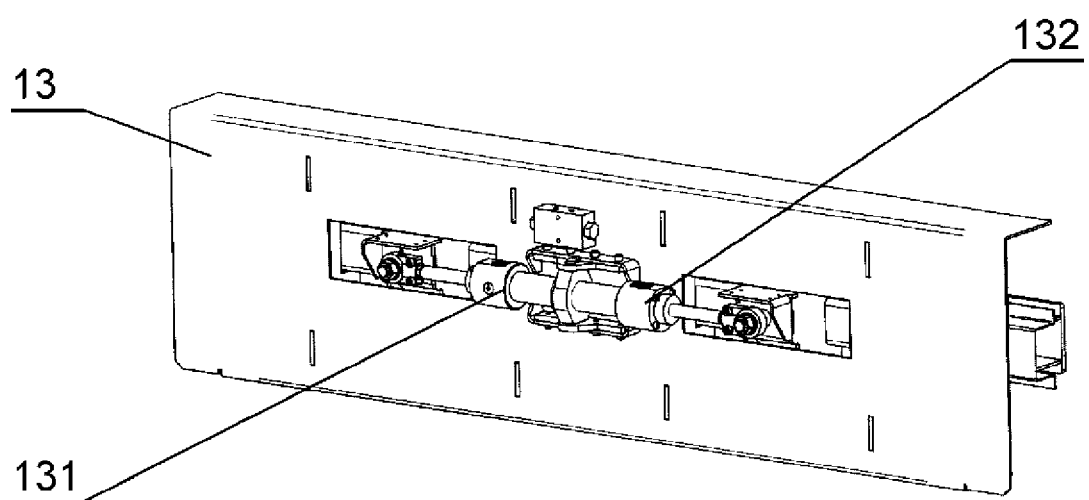


Fig. 3B

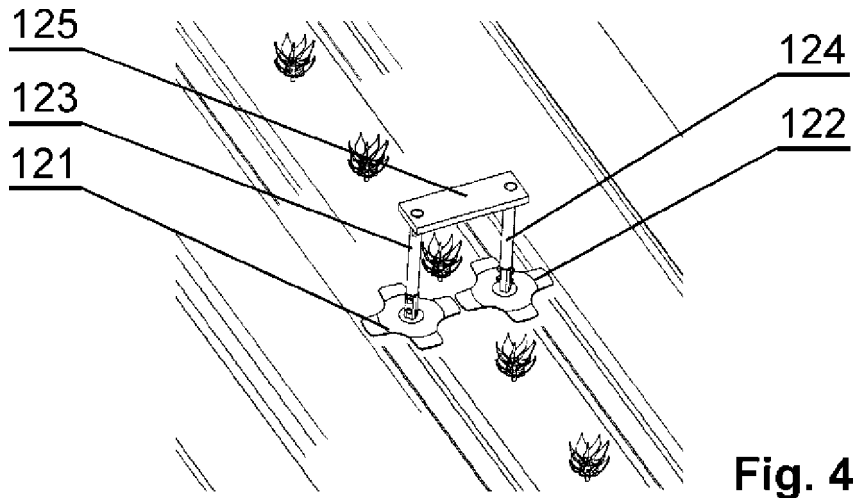


Fig. 4A

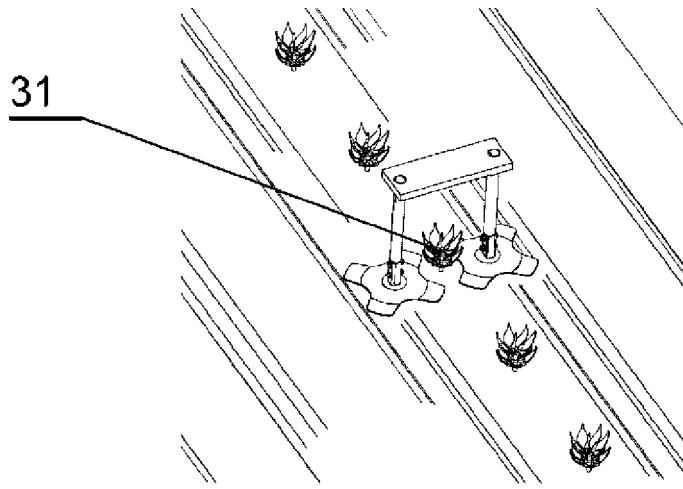


Fig. 4B

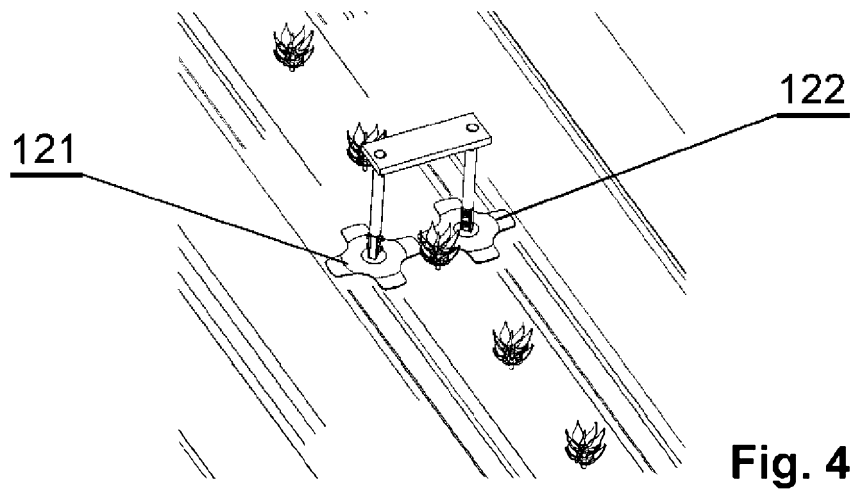


Fig. 4C

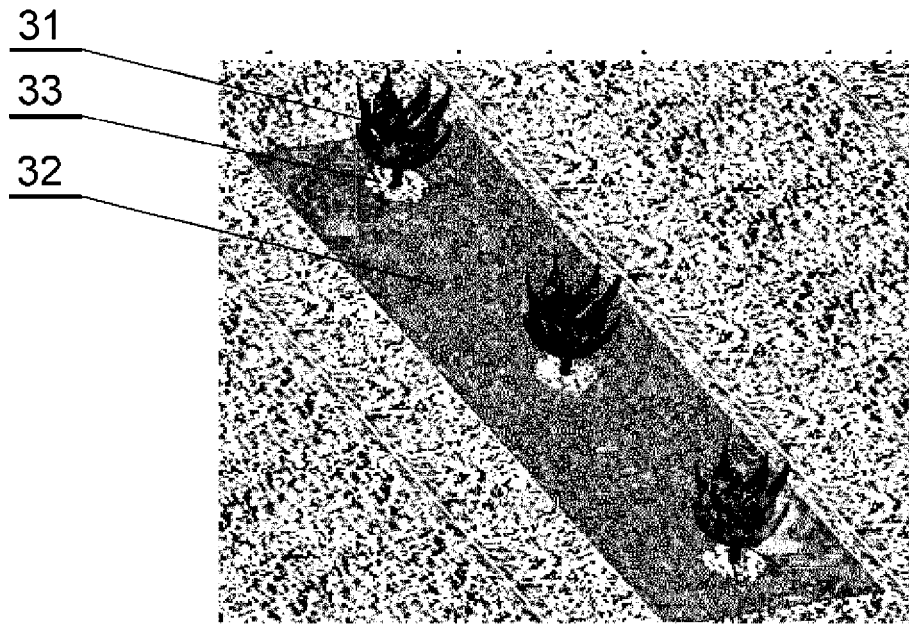


Fig. 5

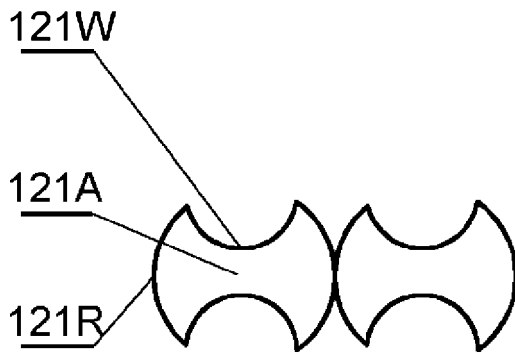


Fig. 6A

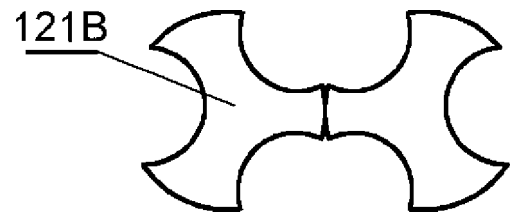


Fig. 6B

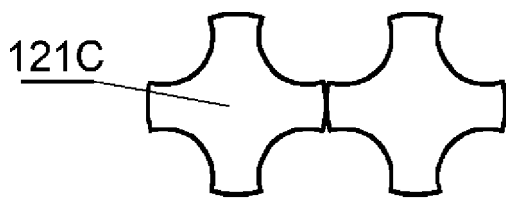


Fig. 6C

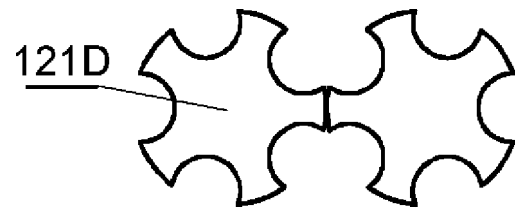


Fig. 6D

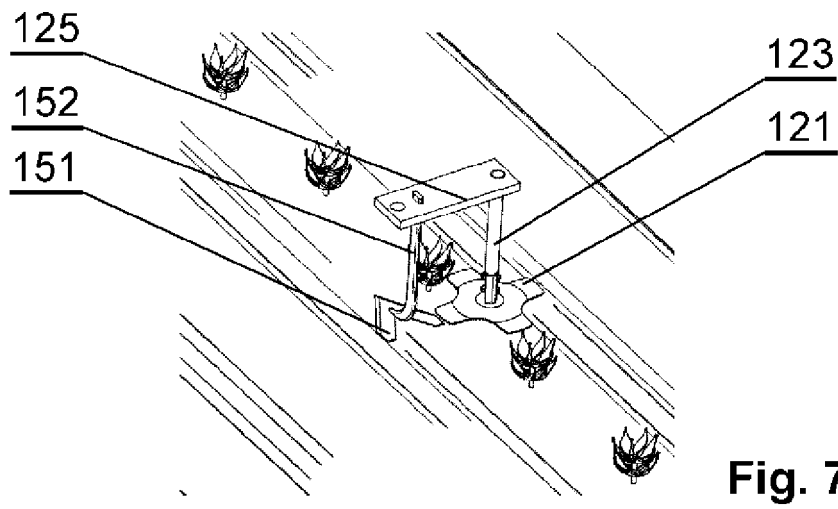


Fig. 7A

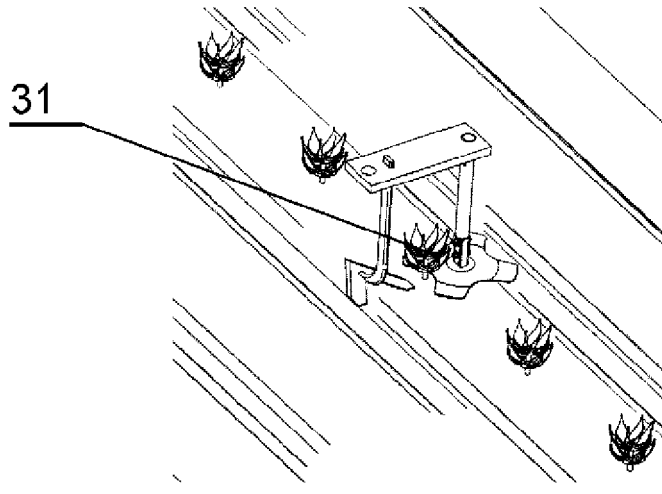


Fig. 7B

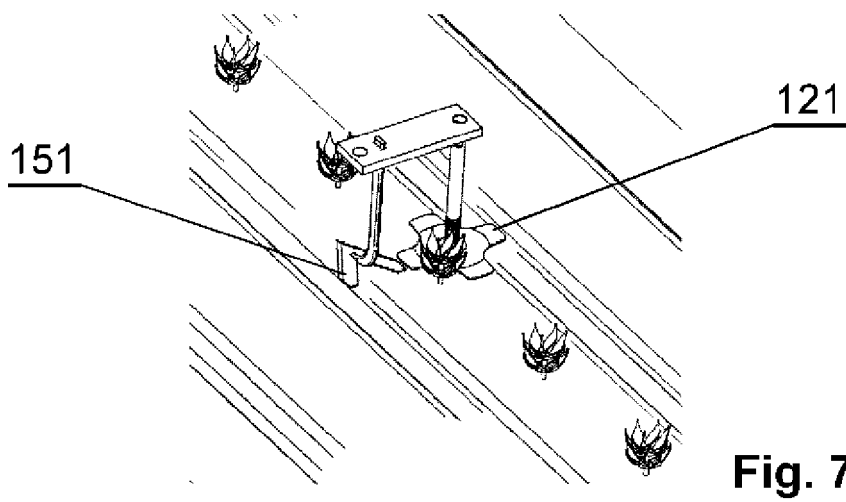
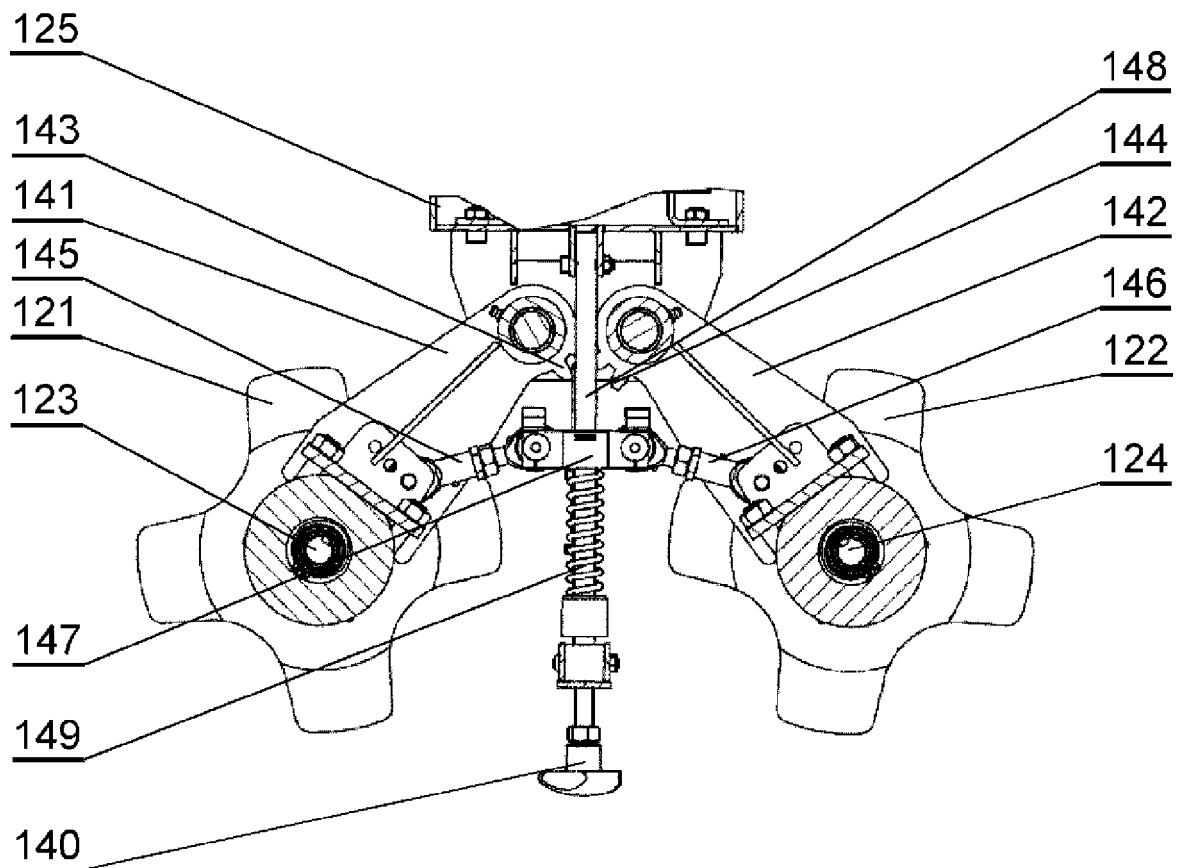


Fig. 7C

**Fig. 8**

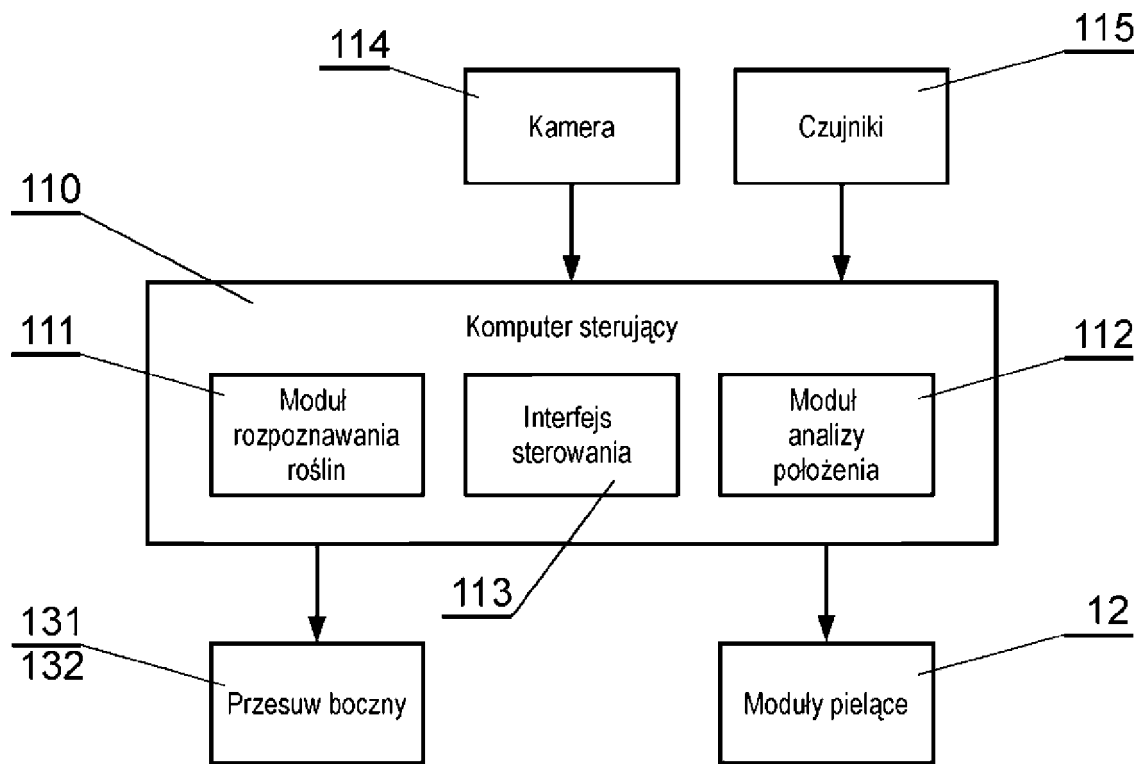


Fig. 9



Fig. 10