



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej
Polskiej

(96) Data i numer zgłoszenia patentu europejskiego:
30.11.2015 15196982.1

(97) O udzieleniu patentu europejskiego ogłoszono:
**29.08.2018 Europejski Biuletyn Patentowy 2018/35
EP 3172954 B1**

(13) **T3**
(51) **Int.Cl.**
A01C 1/02 (2006.01)
G01N 35/00 (2006.01)

(54) Tytuł wynalazku:

System do automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion oraz sposób automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion

(30) Pierwszeństwo:
29.11.2015 PL 41496915

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
31.05.2017 w Europejskim Biuletynie Patentowym nr 2017/22

(45) O złożeniu tłumaczenia patentu ogłoszono:
29.03.2019 Wiadomości Urzędu Patentowego 2019/03

(73) Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Kraków, PL
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Kraków, PL
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, Poznań, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
RYSZARD TADEUSIEWICZ, Kraków, PL
MIROSŁAW JABŁOŃSKI, Mogilno, PL
ZBIGNIEW MIKRUT, Kraków, PL
JAROMIR PRZYBYŁO, Skawina, PL
ADAM PIŁAT, Kraków, PL
ANDRZEJ TURNAU, Kraków, PL
JAKUB KLOCEK, Kraków, PL
JÓZEF WALCZYK, Kraków, PL
PAWEŁ TYLEK, Kraków, PL
TADEUSZ JULISZEWSKI, Kraków, PL
PAWEŁ KIEŁBASA, Ptaszkowa, PL
JAN SZCZEPANIAK, Poznań, PL
FLORIAN ADAMCZYK, Poznań, PL
PAWEŁ FRĄCKOWIAK, Poznań, PL
GRZEGORZ WĄCHALSKI, Poznań, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Adam Pawłowski
KANCELARIA EUPATENT.PL SP. Z O.O.
ul. Kilińskiego 185
90-348 Łódź

PL/EP 3172954 T3

Uwaga:

W ciągu dziewięciu miesięcy od publikacji informacji o udzieleniu patentu europejskiego, każda osoba może wnieść do Europejskiego Urzędu Patentowego sprzeciw dotyczący udzielonego patentu europejskiego. Sprzeciw wnosi się w formie uzasadnionego na piśmie oświadczenia. Uważa się go za wniesiony dopiero z chwilą wniesienia opłaty za sprzeciw (Art. 99 (1) Konwencji o udzielaniu patentów europejskich).

System do automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion oraz sposób automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion

Opis

[0001] Poniższy wynalazek dotyczy systemu do automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion oraz sposobu automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion, w szczególności nasion dębu.

[0002] Zbiór nasion, ich przechowywanie, a następnie przygotowywanie do wysiewu może powodować rozwój bakterii i grzybów, które powodują uszkodzenie liścieni i/lub zarodka. W konsekwencji zachodzące zmiany mumifikacyjne powodują, iż osłabiane są lub zanikają funkcje dotyczące żywotności nasiona. W rezultacie nasiono nie jest zdolne do kiełkowania lub proces ten jest spowolniony.

[0003] Przykładem takiego zjawiska są zmiany mumifikacyjne nasion dębu. Z kilkudziesięcioletnich danych dotyczących zbioru żołądzi dębów wynika, że obfity urodzaj żołądzi przypada w Polsce zazwyczaj co 5 – 7 lat, natomiast dobre lata zbiorów nasion zdarzały się czasem częściej (raz na 3 lata), a czasem rzadziej (raz na 9 lat). W warunkach łagodnego klimatu, np. na zachodzie Europy, lata nasienne przypadają częściej, tj. co 2–5 lat. Zarówno w Polsce jak i w reszcie Europy stosuje się sztuczne odnowienie dębu szypułkowego, sadzonkami wyhodowanymi w szkółkach leśnych; odnowienie naturalne ogranicza się jedynie do niektórych obszarów i tylko w latach o najobfitszym urodzaju. Również rzadko stosuje się siew bezpośredni żołądzi. Główne źródło nasion dębu stanowią gospodarcze drzewostany nasienne. W przypadku wystąpienia dużego urodzaju, zapotrzebowanie na nasiona wynosi ok. 1 000 000 kg, co sprawia duży problem logistyczny w przygotowaniu tak dużej ilości materiału siewnego. Nasiona dębu szypułkowego zaliczają się do kategorii „recalcitrant” stąd dla zachowania żywotności wymagają stałego utrzymywania ich naturalnej wilgotności, a tym samym nie można ich zamrażać celem długoterminowego przechowywania. Z powodu szybkiej utraty żywotności przez żołądzie, ich przechowywanie jest praktycznie ograniczone do 2 – 3 lat. Nasiona starzeją się tym szybciej, im gorsza jest ich jakość w chwili rozpoczęcia przechowywania. Dlatego tak ważnym zagadnieniem staje się

separacja. Celem separacji jest czyszczenie nasion oraz oddzielenie pełnych, prawidłowo wykształconych od pustych czy uszkodzonych. Selekcja zaczyna się przy zbiorze żołądzi o określonych rozmiarach. Produkcja szkółkarska z kolei sprzyja siewkom szybciej rosnącym. Siewki wolniej rosnące ulegają konkurencji albo są eliminowane przy sortowaniu sadzonek. Współczesne technologie i techniki produkcji szkółkarskiej wymagają nasion bardzo wysokiej jakości, aby z każdego nasiona możliwe było wyhodowanie sadzonki o określonych parametrach morfologicznych. Siewniki punktowe (siewniki precyzyjne) są używane gdy materiał siewny charakteryzuje się wysoką czystością i żywotnością, małą zmiennością cech fizycznych oraz dużą sypkością. Najwyższej zdolności kiełkowania oczekuje się od nasion przeznaczonych do siewu w warunkach kontrolowanych, zwłaszcza w szkółkach kontenerowych, gdzie do jednej celi kasety powinno być wysiane tylko jedno nasiono. Wymusza to rachunek ekonomiczny produkcji sadzonek, szczególnie szczepionych biopreparatami mikoryzowymi. Zwiększenie wydajności siewu jest szczególnie istotne w przypadku dębu, ponieważ gatunek ten charakteryzuje się bardzo nierównomiernymi wschodami. Pierwsze siewki zaczynają pojawiać się po 2–3 tygodniach od wysiania, a ostatnie nawet po 16 – 17 tygodniach. Powoduje to zróżnicowany wzrost siewek oraz wzmacnia konkurencję między nimi. Siewki pojawiające się później znajdują się pod osłoną większych już siewek z dobrze rozwiniętymi liśćmi, które skutecznie ograniczają dostęp światła i wody. Nierównomierność wschodów, a następnie wzrostu wpływa na obniżenie wydajności siewu. Jednak samo kryterium zdolności kiełkowania (a zatem wydajności) nie gwarantuje uzyskania sadzonek o odpowiednich parametrach morfologicznych. Na wzrost sadzonek w fazie juwenilnej istotny wpływ ma masa nasion. Siewki wyrosłe z nasion cięższych charakteryzują się większym stosunkiem długości korzeni do długości pędu, co sugeruje ich lepszą jakość hodowlaną. Zależności pomiędzy wielkością nasion a dystrybucją biomasy jest u siewek dębu szypułkowego szczególnie widoczna. Należy jednak pamiętać, że drzewa rosnące w tym samym drzewostanie, mogą produkować nasiona bardzo zróżnicowane pod względem wielkości i masy. Nasiona z drzew starych są często mniejsze niż z drzew młodych, wchodzących w fazę obradzenia nasion. Ze względu na konieczność ochrony i zachowania różnorodności genetycznej jednakowo ważne powinny być nasiona duże i

ciężkie oraz drobne i lekkie. Sukcesywnie odrzucając nasiona drobne, co powszechnie czyni się stosując klasyczne metody separacji można wyeliminować z plonu nasiona drzew starych, a więc drzew o najbardziej prawdopodobnej rodzimości, najlepiej przystosowanych do danych warunków siedliskowych. Podsumowując tę część rozważań można stwierdzić, że niekorzystne jest selekcjonowanie nasion jedynie według kryterium rozmiaru, natomiast wysoce celowe jest wykrywanie, które nasiona dębu są uszkodzone i niezdolne do prawidłowego kiełkowania i wzrostu. Usuwanie nasion uszkodzonych (między innymi przez zmiany mumifikacyjne) jest wysoce celowe, bo ich wysiew powoduje straty wynikające ze zbędnych kosztów wysiewu i dalszych strat z tego tytułu wynikających w szkółce. Istnieją więc bardzo znaczące przesłanki do tego, żeby dążyć do maksymalnie sprawnej, obiektywnej i w pełni automatycznej oceny zmian mumifikacyjnych nasion, gdyż umożliwi odrzucenie wadliwych nasion przed procesem wysiewu i tym samym powoli na minimalizację kosztów oraz zwiększenie efektywności produkcji sadzonek.

[0004] Znane są sposoby mechanicznej separacji żołądki z wykorzystaniem klasycznych cech rozdzielczych, takich jak gęstość, właściwości aerodynamiczne, wielkość i kształt, własności tarciove oraz sprężystość. Jednak separacja prowadzona w oparciu o te cechy nie daje w pełni pożądaných efektów. Z kolei przyspieszenie i wyrównanie wschodów umożliwia żmudna skaryfikacja mechaniczna nasion, dotąd wykonywana ręcznie, zwykle, przy pomocy sekatora, po czym następuje wzrokowa ocena żywotności nasion przez pracownika. Rzadziej stosowanym sposobem jest mechaniczne odcinanie fragmentu nasiona przy pomocy odpowiednio przystosowanej szlifierki. W ten sposób przygotowywane jest do siewu w Polsce kilkadziesiąt milionów nasion rocznie, w okresie ok. 3 miesięcy (od stycznia do marca). Ta żmudna i monotonna praca wymaga zatrudnienia przynajmniej kilkunastu osób w każdej szkółce produkującej sadzonki. Ergonomiczna uciążliwość pracy polega na powtarzalnym kilkanaście tysięcy razy dziennie ruchu rąk i dłoni w cyklu: pobranie nasiona (lub kilku nasion) do dłoni ze zbiornika, odcięcie fragmentu nasiona sekatorem, wzrokowa ocena przydatności nasiona do kiełkowania (na podstawie barwy liścieni i stopnia wypełnienia nimi okrywy nasiennej), przeniesienie nasiona do zasobnika do siewu lub jego odrzucenie. Taka uciążliwość jest trudna do zaakceptowania. Nawet posługiwanie się

nowoczesnym sekatorem powoduje zmęczenie układu nerwowo-mięśniowego dłoni i rąk oraz znużenie psychiczne wywołane pracą powtarzalną, monotonną i w istocie mało ciekawą.

[0005] Jak wspomniano manualna metoda oceny żywotności nasion wymaga zaangażowania do żmudnej pracy dużej liczby osób, aby osiągnąć satysfakcjonującą wydajność szkółki. Ponadto przy tej metodzie znaczącą rolę w ocenie zmian mumifikacyjnych odgrywa subiektywny czynnik ludzki. Pomimo przeprowadzanych szkoleń skuteczność pracy osób oceniających nie gwarantuje całkowicie poprawnego rozpoznania i sklasyfikowania nasion. Skutkuje to tym, że w szkółce kontenerowej występują braki sadzonek, co bezpośrednio jest związane z błędną klasyfikacją.

[0006] Amerykańskie zgłoszenie patentowe US2013/176553 A1 ujawnia sposób i urządzenie do nieniszczącego testowania nasion. Sposób obejmuje wibrowanie nasiona w celu ustawienia nasiona osiowo, określenie położenia znanej cechy nasiona, określenie wstępnego położenia nasiona w oparciu o położenie znanej cechy i przeprowadzenie nieniszczącej procedury na nasionie w przybliżeniu do próbnego położenia.

[0007] Zgłoszenie PCT WO 2011/089102 A1 ujawnia sposób oceny właściwości kiełkowania rozsiewanych nasion i/lub kiełków rozwiniętych z zasianych nasion na podstawie charakterystyk anatomicznych (x, y) w określonym momencie w czasie, przy czym określenie charakterystyk anatomicznych (x, y) w określonym momencie w czasie obejmuje analizę wysiewanych nasion i/lub kiełków przy użyciu przynajmniej jednej metody obrazowej i uzyskanie trójwymiarowych danych analizy w określonym momencie w czasie dzieląc dane analizy w określonym momencie w czasie i kojarząc tak uzyskane segmenty na jednostki anatomiczne wysiewanych nasion i/lub kiełków oraz określając charakterystykę anatomiczną (x, y) jednostek anatomicznych wysiewanych nasion i/lub kiełków w poszczególnych punktach czasu ze skojarzonych segmentów dla co najmniej jednego momentu w czasie.

[0008] Amerykańskie zgłoszenie patentowe US 2008/317279 A1 ujawnia system automatycznego próbkowania i sortowania nasion. System ten zawiera stację obrazową do zbierania danych obrazowych zestawu nasion oraz stację orientacji nasion w oparciu o zebrane dane obrazowe.

[0009] W związku z powyższym celem wynalazku jest opracowanie sposobu i systemu mających na celu zautomatyzowanie procesu skaryfikacji oraz oceny żywotności nasion poprzez detekcję zmian mumifikacyjnych nasion, przy jednoczesnym sortowaniu ich na frakcje.

[0010] Przedmiotem wynalazku jest system i sposób do automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion dębu według załączonego zestawu zastrzeżeń.

[0011] Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia ogólny schemat systemu,

Fig. 2 przedstawia układ detekcji długości i orientacji,

Fig. 3 przedstawia przykład nasiona,

Fig. 4a-4b przedstawiają przykładowe typy nasion,

Fig. 5 przedstawia schemat działania układu detekcji długości i orientacji,

Fig. 6 przedstawia układ orientujący,

Fig. 7a-7b przedstawiają układ orientujący z nasionem w pierwszej orientacji,

Fig. 8a-8b przedstawiają układ orientujący z nasionem w drugiej orientacji,

Fig. 9 przedstawia moduły składowe układu przetwarzania sygnałów i obrazów,

Fig. 10a-10b przedstawiają przykłady układów pozycjonowania nasiona,

Fig. 11a-11b przedstawiają dwa przykłady wykonania ostrzy skaryfikatora,

Fig. 12 przedstawia układ detekcji żywotności,

Fig. 13 przedstawia schemat funkcjonowania układu detekcji żywotności,

Fig. 14a-14d przedstawiają przykłady nasion z różnym stopniem zmian mumifikacyjnych,

Fig. 15 przedstawia kroki sposobu według wynalazku.

[0012] Fig. 1 przedstawia ogólny schemat systemu. System zawiera komponenty, które mogą działać w sposób sekwencyjny i/lub równoległy. System zawiera układ podający nasiono, układ detekcji długości i orientacji 110, układ zmiany orientacji 120, układ chwytający, skaryfikator 142, układ detekcji zmian mumifikacyjnych 150, układ sortujący oraz układ sterowania 170.

[0013] Komponenty połączone są ze sobą i z układem sterowania 170 tak, by umożliwić wymianę danych. Korzystnie, układy sterujące komponentów systemu mogą wzajemnie

komunikować się ze sobą i wymieniać dane. Poszczególne komponenty mogą mieć osadzone sterowniki lub być wspólnie sterowane jednym układem sterującym lub posiadać indywidualne sterowniki 101, 121, 131, 136, 141, 161, sprzężone z głównym układem sterowania 170 (na Fig. 1 strzałkami oznaczono linie sterujące poszczególnymi układami).

[0014] Tor przebiegu nasiona przez system jest następujący. Nasiono 1 ze zbiornika wejściowego 102 trafia na podajnik 103. Podajnik 103 podaje je do układu detekcji długości i orientacji 110. Następnie nasiono 1 trafia do układu zmiany orientacji 120, skąd podawane jest do układu pozycjonowania 135, gdzie jest pozycjonowane i układu chwytającego, którego chwytak 132 pochwyca nasiono 1. Następnie pochwycone nasiono jest skaryfikowane w skaryfikatorze 142 i kolejno dostarczane do układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150, po czym w wyniku sklasyfikowania przekazywane jest z sortownika do odpowiedniego zbiornika 163, 164 lub 165.

[0015] Fig. 2 przedstawia układ detekcji długości i orientacji 110. Układ detekcji długości i orientacji 110 nasiona stanowi układ pomiarowy z systemem wizyjnym wykorzystującym metodę identyfikacji orientacji nasiona. Układ 110 przekazuje do układu sterującego 170 informacje o orientacji nasiona.

[0016] Układ detekcji długości i orientacji zawiera kamerę wizyjną 112 (cyfrową lub analogową), rejestrującą obraz monochromatyczny lub kolorowy w paśmie widzialnym lub poszerzonym. Układ detekcji długości i orientacji 110 wyposażony może być w jeden lub więcej oświetlaczy 113 stanowiących źródło światła, działających w sposób ciągły lub impulsowy sterowany synchronicznie z kamerą. Korzystnie, wykorzystane są oświetlacze 113, umiejscowione centrycznie wokół osi optycznej kamery 112 dając jednolite oświetlenie pola widzenia. Sygnał z kamery 112 wyposażonej w obiektyw oraz interfejs transmisyjny analogowy lub cyfrowy przesyłany jest do układu przetwarzania 114. Układ optyczny obiektywu kamery 112 pozwala uzyskać wierną reprezentację nasiona oraz elementów w którym się ono znajduje. Układ optyczny obiektywu może być wyposażony w nastawne elementy pozwalające na dostrojenie lub ustalenie jasności i ostrości obrazu jak również powiększenia. Dodatkowo, układ złożony z kamery 112 wraz obiektywem, przez zastosowane mocowanie mechaniczne, pozwala

na ustalenie ich odległości od żołądźdza umieszczonego u wyjścia podajnika 103. Czynność ta wykonywana jest przez obsługę podczas instalacji i kalibracji urządzenia.

[0017] Układ przetwarzania 114 zawiera interfejs akwizycji sygnału wizyjnego do otrzymania sygnału wizyjnego z kamery oraz konwersji do postaci cyfrowej (jeżeli sygnał transmitowany jest w postaci analogowej). Dalsza obróbka obrazu metodami kontekstowymi oraz bezkontekstowymi z wykorzystaniem cyfrowych elementów obliczeniowych konfigurowanych lub programowanych realizowana jest na spróbkowanym i zdigitalizowanym sygnale wizyjnym składającym się z jednej lub wielu linii zgodnie z konfiguracją czujnika wizyjnego kamery. Rejestracja obrazu z kamery przebiegać może w trybie swobodnym lub wyzwolonym przez układ dodatkowych czujników lub układ sterujący informujący o obecności lub przemieszczeniu nasiona u ujścia podajnika 103, w układzie zmiany orientacji 120 lub pomiędzy nimi. Rezultatem działania układu przetwarzania 114 sygnału pozyskanego z kamery 112 jest informacja wskazująca na długość nasiona 1 oraz jego orientację lub kod błędu, wskazujący na niemożność określenia długości i/lub orientacji. Kod błędu stanowi użyteczną informację konieczną w szczególności do poprawnego działania sterownika oraz systemu, przez co konieczność obsługi przez człowieka, podczas działania w trybie ciągłym, jest zredukowana do sytuacji krytycznych błędów lub usterek. Informacje o błędach, błędach krytycznych oraz usterekach rejestrowane mogą być w postaci zapisów na nośniku cyfrowym w postaci pamięci nieulotnej układu sterowania 170 i/lub pamięci układu przetwarzania 114.

[0018] Informacja o orientacji nasiona 1 może przybrać jedną z trzech wartości: część dystalna 1a zorientowana w stronę wylotu kanału transportowego, część dystalna 1a zorientowana w stronę wlotu kanału transportowego lub brak możliwości określenia orientacji nasiona 1.

[0019] Fig. 3 przedstawia przykład nasiona. Część dystalna 1a może być przykładowo wskazana opisowo jako znajdująca się wzdłuż przybliżonej obrotowej osi symetrii X nasiona 1, na której plasują się punkty PZ i PD. Punkt PZ wskazuje na zarodek nasiona, zaś punkt PD wskazuje punkt znajdujący się na przeciwnym końcu nasiona. Część dystalna 1a nasiona 1 zawiera w sobie punkt PD. Odcięcie części dystalnej 1a w procesie skaryfikacji nie wpływa negatywnie (w sposób istotny) na żywotność nasiona.

Odcięcie odbywa się na odległości DS od punktu PD, (wzdłuż płaszczyzny skaryfikacji, korzystnie prostopadłej do osi X).

[0020] Fig. 4a-4b przedstawiają przykładowe typy nasion. Nasiono typu A charakteryzuje się znacznie większym stosunkiem długości do grubości (1 i więcej razy). Nasiono typu B przedstawia nasiono którego długość jest porównywalna ze średnicą. W przypadku wariantu B układ chwytny wymaga większej siły zacisku ze względu na mniejszą powierzchnię styku na linii nasiono-chwytek.

[0021] Sterownik 121 układu zmiany orientacji 120, na podstawie otrzymanych informacji z układu detekcji długości i orientacji 110, steruje układem zmiany orientacji 120 tak, że nasiono 1 zawsze jest podawane do układu pozycjonującego, do chwytaka, i dalej do skaryfikatora 142 (z przyporządkowanym mu sterownikiem 141), z częścią dystalną 1a ustawioną na zewnątrz chwytaka 132, celem wykonania skaryfikacji i wizyjnej oceny jakości nasiona na podstawie obrazu jego przekroju. Innymi słowy, część dystalna 1a zawsze wystaje swobodnie z chwytaka 132 na tyle, by umożliwić przeprowadzenie skaryfikacji za pomocą skaryfikatora 142.

[0022] Nasiono 1, którego długość i orientacja nie zostały określone przez układ detekcji długości i orientacji 110, jest kierowane do zbiornika na nasiona niesklasyfikowane 165.

[0023] Sterownik 136 układu pozycjonowania 135 (lub ogólny sterownik 170), na podstawie długości nasiona określonej przez układ detekcji długości i orientacji 110 steruje układem pozycjonowania 135 nasiona tak, aby skaryfikacja została wykonana w zadanej odległości od części dystalnej 1a.

[0024] Fig. 5 przedstawia schemat działania układu detekcji długości i orientacji 110. W wyniku działania tego układu otrzymuje się długość DL, oraz orientację określaną jako PRAWIDŁOWA lub NIEPRAWIDŁOWA. W przypadku nasion dębu, na podstawie wartości DL wyznaczana jest odległość DS od najbardziej zewnętrznego punktu części dystalnej 1a w kierunku zarodka, wzdłuż przybliżonej osi symetrii X nasiona, jak pokazano na Fig. 3. W ten sposób, określana jest płaszczyzna skaryfikacji wzdłuż której mają przemieszczać się ostrza skaryfikatora 142 układu skaryfikacji. Płaszczyzna skaryfikacji jest korzystnie prostopadła do przybliżonej osi symetrii obrotowej X nasiona.

[0025] Określanie orientacji nasion realizowane jest na podstawie obrazu lub sekwencji obrazów uzyskanych z kamery 112, obserwującej obszar roboczy, na którym pojawiają

się nasiona. Do tego celu wykorzystuje się jego cechy morfologiczne oraz kształt nasion, na podstawie których tworzony jest model komputerowy nasiona. Model ten jest następnie wykorzystywany do poszukiwania na obrazie punktów szczególnych pozwalających na detekcję oraz rozpoznanie orientacji nasiona, przy czym są co najmniej dwie alternatywne metody detekcji orientacji uruchamiane w zależności od jakości obrazu oraz własności obrazowanych nasion. Wynika to z faktu, iż zależnie od gatunku i morfologii, obserwowane są różne proporcje długości i szerokości nasion dębu.

[0026] Dla żołądki typu A (patrz FIG. 4a) określa się długość żołądka DL poprzez wskazanie w obrazie dwóch najbardziej odległych punktów (np. tożsamy z PZ i PD) należących do obrazu żołądka wzdłuż jego osi symetrii, odwzorowanego przy pomocy kamery. Ta metoda jest właściwa dla nasion, w których długość jest większa niż średnica.

[0027] Dla żołądki typu B (patrz FIG. 4b), których średnica jest większa lub zbliżona do długości, jako długość przyjmowana jest odległość punktów należących do konturu nasiona, które tworzą prostą możliwie bliską osi symetrii nasiona 1 i jednocześnie są najbardziej odległe od siebie. Wskazanie orientacji jako PRAWIDŁOWA następuje poprzez określenie wzajemnego przestrzennego rozmieszczenia wyznaczonych punktów PZ, PC oraz PD, przy czym punkt PC wskazuje na środek żołądka – czyli połowa dystansu PZ-PD. Jeśli rozmieszczenie punktów PZ i PC jest zgodne z pożądanym kierunkiem uwidocznionym na rysunku Fig. 3, wówczas komunikat K_OBRÓĆ nie jest wysyłany do sterownika 121 układu zmiany orientacji 120. W przeciwnym wypadku taki komunikat wysyłany jest do sterownika 121 układu zmiany orientacji 120 przez układ przetwarzania 114.

[0028] Fig. 5 przedstawia przykładowe polecenia układu detekcji długości i orientacji nasiona. W pierwszym kroku 201 pobiera się obraz z kamery. Następnie, w kroku 202, sprawdza się, czy nasiono jest obecne. Jeśli tak, wyznacza się, w kroku 203, obszar nasiona oraz ustala się, w kroku 204, długość nasiona. Jeśli nie, wysyła się, w kroku 216, komunikat K_POBIERZ. Po wyznaczeniu obszaru i długości nasiona sprawdza się, w kroku 205, czy długość została wyznaczona. Jeśli nie, wysyła się, w kroku 211 komunikat K_BŁĄD. Jeśli tak, wyznacza się, w kroku 206, orientację nasiona i

sprawdza się, w kroku 207, czy orientacja została wyznaczona. Jeśli orientacja nie została wyznaczona, wysyła się, w kroku 211, komunikat K_BŁĄD. Jeśli orientacja została wyznaczona sprawdza się, w kroku 208, czy orientacja ta jest poprawna. W przypadku niepoprawnej orientacji wysyła się, w kroku 212, komunikat K_OBRÓĆ. Gdy orientacja jest już poprawna, zapisuje się, w kroku 209, dane i wysyła się, w kroku 210, komunikat K_DŁUGOŚĆ, zawierający długość nasiona. Następnie, zarówno po kroku 210 jak i po kroku 211, wysyła się 213 komunikat K_USUŃ. Następnie pobiera się, w kroku 214, obraz z kamery i sprawdza się, w kroku 215, czy nasiono jest obecne. Jeśli nie jest obecne w obrazie kamery, powraca się do kroku 213. Jeśli nasiono jest obecne, proces jest kontynuowany do kroku 216, w którym wysyła się komunikat K_POBIERZ i proces powraca się do kroku 201.

[0029] Morfologia i stan przetwarzanych nasion dębu może utrudniać lub uniemożliwiać zlokalizowanie punktu PZ w obrazie żołądźcia w sposób bezpośredni. Wówczas punkt PZ wyznaczany jest w sposób pośredni, np. poprzez analizę konturu nasiona wyodrębnionego z elementu konstrukcyjnego podajnika. Metoda pośrednia wykorzystuje fakt, że krzywizna profili dla nasion poszczególnych gatunków dębu jest odmienna w okolicy punktu PZ i PD, przez co jeden z najbardziej odległych punktów na tej podstawie jest określany jako PZ, a drugi jako PD.

[0030] Odległość skaryfikacji DS ustalona może być w stosunku do całkowitej długości DL nasiona lub jako wartość bezwzględna. Struktura układu detekcji długości i orientacji 110 pozwala również na zastosowanie reguły zależności od długości nasiona lub wartości bezwzględnej odcięcia zadanych przez operatora urządzenia w trakcie działania systemu, podczas jego inicjalizacji lub ustalonych w trakcie kalibracji samoczynnej lub ręcznej (z udziałem operatora).

[0031] Fig. 6 przedstawia układ zmiany orientacji 120. Układ zmiany orientacji 120 jest przystosowany do automatycznego orientowania nasion. Zawiera on kanał wlotowy 122, czujnik obecności nasiona, mechanizm obrotowy 125, przegrodę 126 oraz kanały wylotowe 123, 124. Mechanizm obrotowy 125 może być wykonany w formie obrotowego łoża umożliwiającego, w razie potrzeby, zmianę orientacji nasiona, o kąt odpowiedniej wartości. Łoże to wyposażone jest w ruchomą zasuwę - przegrodę 126.

[0032] Na podstawie informacji otrzymanej z układu detekcji długości i orientacji 110, po stwierdzeniu obecności nasiona w łożu obrotowym 125, nasiono jest obracane o odpowiedni kąt i orientowane tak, że nasiono 1 jest skierowane częścią dystalną 1a ku wylotowi 123. W przypadku nasiona o niekreślonych cechach, jest ono kierowane do otworu 124 - w tym przypadku orientacja nasiona jest bez znaczenia. Fig. 7a-7b przedstawiają układ orientujący z nasionem 1 podanym w niepoprawnej orientacji. Fig. 8a-8b przedstawiają układ orientujący z nasionem 1 podanym z prawidłową orientacją. Po ustaleniu położenia kąтового przez mechanizm obrotowy 125 przegroda 126 jest chowana/otwierana (w przypadku nasiona poprawnie zorientowanego), w związku z czym następuje zwolnienie nasiona 1 i przemieszczenie do odpowiedniego wylotu. Niepoprawne zorientowanie nasiona nie wymagają otwierania przegrody 126, gdyż obrót mechanizmu obrotowego 125 powoduje poprawne zorientowanie nasiona 1.

[0033] Fig. 9 przedstawia komponenty układu przetwarzania 114. Obraz pozyskiwany z kamery 112 przekazywany jest do modułu 115, którego zadaniem jest przetwarzanie wstępne oraz wyodrębnienie punktów (tj. pikseli) szczególnych, zwłaszcza miejsc o dużym gradiencie, narożników i konturów. Sposób ekstrakcji tych punktów obrazu charakteryzuje się tym, że danymi wejściowymi jest obraz lub sekwencja obrazów, natomiast dane wyjściowe mają formę tablicy wartości wybranych cech. Tak stworzona tablica cech jest z kolei poddawana analizie w module 116 z użyciem modelu komputerowego nasiona dostarczanego z modułu 117. Rezultatem analizy jest wyznaczona orientacja nasiona 1 oraz jego długość. Na ich podstawie generowane są odpowiednie sygnały dla układu sterowania 170.

[0034] Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość łatwego wprowadzania zmian (zwłaszcza zmiany gatunku analizowanego nasiona) w module 116, poprzez zmianę modelu komputerowego nasiona w module 117, bez konieczności wprowadzania istotnych zmian w sposobie akwizycji i przetwarzania obrazu elementów 112, 115 oraz układu sterowania 170.

[0035] Chwytnik 132 układu chwytającego ma formę układu automatycznej regulacji z elementem wykonawczym zawierającym co najmniej dwa elektromagnetycznie sterowane ramiona zakończone uchwytem do obejmowania części nasiona 1. W części mechanicznej chwytak 132 jest urządzeniem zapewniającym pewny chwyt, poprzez

objęcie i zaciśnięcie ramienia na powierzchni nasiona 1. Druga strona ramienia wchodzi w interakcję przy pomocy siły elektromagnetycznej, dzięki czemu siła docisku może osiągnąć odpowiednią wartość. Dzięki sterowaniu elektromagnetycznemu siła ta jest pod stałą kontrolą oraz jej charakterystyka jest w szczególności profilowana w zależności od wielkości, kształtu oraz cech charakteryzujących nasiono 1.

[0036] Może występować większa liczba chwytaków, pozwalających na jednoczesną pracę wielu komponentów systemu. Przykładowo, układ chwytający może zawierać sześć chwytaków 132, pozwalających przykładowo na jednoczesną pracę układu chwytającego, skaryfikatora 142, układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150 i sortownika 162.

[0037] Fig. 10a-10b przedstawiają dwa przykłady wykonania układ pozycjonowania nasiona. Układ pozycjonowania nasiona składa się z przesuwne go elementu pozycjonującego 136a, 136b umieszczanego w zadanej odległości od chwytaka 132. Układ pozycjonowania 135, na podstawie informacji z układu detekcji długości i orientacji 110, steruje elementem pozycjonującym 136a, 136b. Gdy część dystalna 1a nasiona 1 oprze się o element pozycjonujący, to chwytak chwytą nasiono i kolejno przemieszcza w obszar pracy skaryfikatora. Skaryfikator odcina część dystalną w zadanej odległości od końca nasiona 1. Należy podkreślić, że chwytak 132 trzyma nasiono 1 w pewnym oddaleniu od części dystalnej 1a (a dokładniej płaszczyzny skaryfikacji). Chwytak 132 i układ pozycjonowania 135 muszą być dopasowane do konstrukcji skaryfikatora 142, żeby uniemożliwić kolizję tych komponentów.

[0038] W pierwszym przykładzie wykonania wykorzystywana jest krzywka 136a. Krzywka 136a ma określony kształt umożliwiający ustawienie części dystalnej 1a w określonej odległości, mierzonej wzdłuż osi nasiona 1. Oś ta jest tak ustawiona, aby jednoznacznie wyznaczyć odległość odcięcia. Kształt krzywizny jest tak zaprojektowany, aby uwzględnić zakres wymaganych pozycji nasiona do procesu skaryfikacji z danymi parametrami.

[0039] W drugim przykładzie wykonania wykorzystywany jest przesuwny element pozycjonujący 136b. Sterowany jest on za pomocą mechanizmu przesuwu i jest ustawiany w pożądaney odległości, umożliwiając wysunięcie części dystalnej 1a z chwytaka 132.

[0040] W każdym przypadku ustawienie układu pozycjonowania 135 jest jednoznacznie określone względem skaryfikatora 142.

[0041] Fig. 11a-11b przedstawiają dwa przykłady wykonania ostrzy skaryfikatora 142. Skaryfikator 142 zawiera noże umożliwiające precyzyjną skaryfikację.

[0042] W przykładzie wykonania z Fig. 11a proces skaryfikacji jest przeprowadzany za pomocą dwóch sterowanych noży 143a działających przeciwsobnie, o specjalnie ukształtowanych ostrzach. Fig. 11a przedstawia przykład przebiegu krawędzi ostrzy noży 143a. Ostrza te umieszczone są naprzeciw siebie i wykonują ruch prostoliniowy. Korzystnie, kształty krawędzi ostrzy zapewniają zadany rozkład siły tnącej na powierzchni przekroju nasiona. Ponadto prędkość ruchu posuwistego każdego z członów skaryfikatora 142 jest jednakowa, co gwarantuje jednoczesne i obustronne cięcie nasiona 1. Profil prędkości podlega sterowaniu i jest realizowany według zadanego profilu cięcia. Układ automatycznej regulacji kontroluje prędkość posuwu ramion w celu uzyskania zadanej prędkości posuwu.

[0043] W przykładzie wykonania z Fig. 11b proces skaryfikacji jest realizowany za pomocą dwóch obrotowych noży 143b, o wzajemnie równoległych osiach obrotu i o wzajemnie przeciwnych kierunkach obrotu. Noże tnące 143b są umieszczone w jednej płaszczyźnie, gwarantując płaską powierzchnię cięcia nasiona. Prędkość obrotowa noży 143b podlega regulacji i jest tak dobrana, aby była optymalna lub bliska optymalnej względem przesuwu liniowego względnego – nasiona 1 i noży 143b. Jednocześnie nie niszczyła materiału biologicznego i nie powodowała zbędnego wydłużania czasu pracy systemu. Po zakończeniu czynności skaryfikacji, w świetle skaryfikatora 142, albo po przemieszczeniu się chwytaka 132, przekrój nasiona jest obecny w polu widzenia kamery 152 układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150. Korzystne przeciwsobne ostrza noży skaryfikujących 143a, 143b, równoważą wielokierunkowe działanie sił podczas cięcia, zmniejszając zapotrzebowanie na siłę zacisku układu chwytającego.

[0044] Fig. 12 przedstawia układ detekcji zmian mumifikacyjnych 150. Układ wizyjny wraz z automatycznym klasyfikatorem umożliwia sortowanie nasion na podstawie różnych cech, w zależności od rodzaju wykrywanych i uwzględnianych przy klasyfikacji cech obrazu przekroju nasiona. Składa się on z matrycowej kamery wizyjnej 152

(cyfrowej lub analogowej) rejestrującej obraz monochromatyczny lub kolorowy w paśmie widzialnym lub poszerzonym. Układ detekcji zmian mumifikacyjnych 150 wyposażony może być w co najmniej jeden oświetlacz 153 stanowiący źródło światła, działający w sposób ciągły lub impulsowy, synchronicznie z kamerą. Sygnał z kamery 152 wyposażonej w obiektyw oraz interfejs transmisyjny analogowy lub cyfrowy przesyłany jest do układu przetwarzania 154. Układ optyczny obiektywu pozwala uzyskać wierną reprezentację przekroju żołądka oraz elementów automatu w którym się on znajduje. Układ optyczny obiektywu może być wyposażony w ruchome elementy pozwalające na dostrojenie lub ustalenie jasności i ostrości obrazu. Dodatkowo, układ zawierający kamerę 152 z obiektywem, dzięki zastosowanemu mocowaniu mechanicznemu, pozwala na zmianę odległości obiektywu od przekroju żołądka umieszczonego w chwytaku 132. Czynność ta wykonywana jest przez obsługę podczas instalacji i kalibracji urządzenia.

[0045] Zmiany mumifikacyjne są jednym z czynników wpływających negatywnie na żywotność nasion. Uwidaczniają się one ciemnymi obszarami w tkance liścieni żołądka, przez co są niewidoczne dla ludzkiego oka, kiedy nasiono jest nienaruszone (np. przez proces skaryfikacji). W procesie skaryfikacji, po odcięciu części dystalnej 1a, uwidacznia się przekrój liścieni, w którym zmiany odróżniają się ciemniejszymi obszarami o różnorodnej intensywności i topografii, tak jak to przedstawiono przykładowo na Fig. 14b-14d.

[0046] Układ przetwarzania 154 składa się z interfejsu akwizycji sygnału wizyjnego z kamery 152 oraz układu konwersji analogowo-cyfrowej, jeśli sygnał transmitowany jest w postaci analogowej. Dalsza obróbka obrazu metodami kontekstowymi (tj. wykorzystującymi lokalne otoczenie pikseli stanowiących obraz pozyskany z kamery) oraz bezkontekstowymi (tj. wykorzystującymi zadane piksele ustalone obszarem ROI, ang. Region of Interest) z wykorzystaniem cyfrowych elementów obliczeniowych konfigurowanych lub programowanych, realizowana jest na spróbkowanym i zdigitalizowanym sygnale wizyjnym składającym się z linii odpowiadających organizacji czujnika wizyjnego kamery 152, lub jej fragmentu. Rejestracja obrazu z kamery 152 przebiegać może w trybie swobodnym lub wyzwolonym przez układ dodatkowych czujników informujących (np. za pośrednictwem układu sterującego) o obecności

nasiona 1 zamocowanego w chwytaku 132. Rezultatem działania układu przetwarzania 154 sygnału pozyskanego z kamery 152 matrycowej jest informacja określająca żywotność nasiona („zdrowy”/”zepsuty”) lub kod błędu wskazujący na niemożność określenia żywotności. Kod błędu również stanowi użyteczną informację konieczną w szczególności do poprawnego działania sterownika 151 oraz systemu. Zatem konieczność obsługi ludzkiej podczas działania w trybie ciągłym jest zredukowana do sytuacji krytycznych błędów lub usterek. Informacje o błędach, błędach krytycznych oraz usterkach rejestrowane mogą być w pamięci układu sterowania 170 i/lub pamięci układu przetwarzania 154.

[0047] Fig. 13 przedstawia schemat funkcjonowania układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150. Integralną część układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150 nasion stanowi podsystem klasyfikacji nasion pod względem żywotności na podstawie szacowania zmian mumifikacyjnych lub innych zobrazowanych przy pomocy kamery. Rozdzielenie nasion na zdrowe i zepsute w oparciu o obrazy przekrojów może przebiegać wielowariantowo i wieloetapowo z wykorzystaniem różnych reprezentacji przekroju do wyznaczania cechy rozdzielczej, przy czym cecha może stanowić jedną wartość przypisaną do obrazu przekroju nasiona lub szereg wartości wyznaczonych dla całego przekroju nasiona lub jego poszczególnych obszarów. Sposób działania układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150 nasion obejmuje następujące kroki. W kroku 301 pobiera się obraz z kamery i sprawdza się w kroku 302, czy skaryfikacja została zakończona. Jeśli nie, ponownie pobiera się w kroku 301 obraz. Jeśli tak, sprawdza się w kroku 303, czy nasiono jest obecne. Jeśli nie - wysyła się w kroku 312 komunikat K_BŁĄD oraz wysyła się w kroku 313 komunikat K_USUŃ. W przypadku, gdy nasiono jest obecne, wyznacza się w kroku 304 obszar przekroju nasiona i w następnej kolejności sprawdza się w kroku 305, czy wyznaczono ten przekrój. Jeśli nie, wysyła się w kroku 312 komunikat K_BŁĄD oraz wysyła się w kroku 313 komunikat K_USUŃ. Jeśli wyznaczono przekrój, przeprowadza się w kroku 306 wstępne przetwarzanie cech przekrojów i klasyfikuje się nasiono w kroku 307. Następnie sprawdza się w kroku 308, czy określono żywotność. Jeśli tak - wysyła się w kroku 309 komunikat K_ZDROWY lub K_ZEPSUTY. Jeśli nie - wysyła się w kroku 310 komunikat K_NIEROZPOZNANY.

Niezależnie od komunikatu wysłanego po kroku 308, zapisuje się w kroku 311 dane rozpoznania i wysyła się w kroku 313 komunikat K_USUŃ.

[0048] Układ detekcji zmian mumifikacyjnych 150 może również używać systemu uwidocznionego w postaci modułów realizowanych w systemie przetwarzania funkcjonującym analogicznie to tego przedstawionego na rysunku Fig. 9.

[0049] Klasyfikacja nasiona, przykładowo jako zdrowe lub zepsute, może zostać dokonana poprzez przeprowadzenie następujących czynności. W pierwszej kolejności występuje detekcja nasiona tj. stwierdzenie obecności nasiona w chwytaku 132 w polu widzenia kamery 152 metodą przetwarzania i analizy obrazów lub przy zastosowaniu czujnika obecności działającego metodą fotooptyczną, albo inną np. pozyskaną ze sterownika 131 kontrolującego działanie chwytaka 132.

[0050] Następnie występuje wyznaczenie obszaru nasiona 1 metodą wizyjną z wykorzystaniem kamery 152 przez zastosowanie technik przetwarzania i analiz obrazów polegających na wyodrębnieniu pikseli obrazu, które odpowiadają obrazowi przekroju liścieni nasiona, przy czym obszar ten może obejmować łupinę nasiona.

[0051] Po wyznaczeniu obszaru nasiona dokonuje się przetwarzania wstępnego i analizy, polegających na zastosowaniu technik widzenia maszynowego i analizy obrazów w celu wyodrębnienia cech stanowiących podstawę klasyfikacji (zwłaszcza histogramy, które są jednym ze wskaźników zmian mumifikacyjnych), przy czym jako cechy stosowane mogą być jasność, kolor, odcień obszaru liścieni wyznaczona dla całego przekroju nasiona albo dla jego fragmentów. W przypadku wystąpienia niejednorodności w opisie przekroju cechą stanowiącą może również lokalizacja i kształt obszarów wyróżniających się w obszarze przekroju nasiona.

[0052] Korzystnie, cechy wykorzystywane do oceny analizowanego obrazu oraz kryteria klasyfikacji nasion mogą być zmieniane przy zastosowaniu automatycznego uczenia, bez angażowania personelu obsługującego system.

[0053] Fig. 14a-14d przedstawiają przykłady nasion z różnym stopniem zmian mumifikacyjnych. Klasyfikacja nasion może przebiegać według następujących kryteriów. Nasiona o jednorodnym jasnym przekroju liścieni (pokazane na Fig. 14a) traktowane są jako nasiona zdrowe (żywotne). Z kolei nasiona o jednorodnym ciemnym przekroju (Fig. 14b) traktowane są jako nasiona zepsute. Nasiona o niejednorodnym

obszarze przekroju są klasyfikowane z wykorzystaniem cech wyznaczonych dla konkretnego przekroju oraz zestawu parametrów dobranych przez obsługę lub wyznaczonych drogą uczenia maszynowego na podstawie zestawu referencyjnych przekrojów z przypisanymi do nich informacjami o żywotności tj. „zdrowy/zepsuty”. W szczególnych przypadkach, kiedy rezultat klasyfikacji jest niejednoznaczny (przykładowo jako pokazano na Fig. 14c i 14d), wynik klasyfikacji oznaczany jest kodem „nierozpoznany”, a nasiono jest umieszczane w oddzielnym pojemniku, innym niż dla nasion „zdrowych” i nasion „zepsutych”.

[0054] Fig. 15 przedstawia kroki sposobu według wynalazku. W pierwszej kolejności, w kroku 401, do podajnika 103 dostarcza się nasiona 1 ze zbiornika wejściowego 102. Nasiona nie muszą być wcześniej w żaden sposób porządkowane. Szerokość podajnika 103 w części wewnętrznej po której przemieszcza się nasiono 1 posiada rozmiary zbliżone do rozmiarów nasion. Następnie, podaje się pojedyncze nasiono 1 do obszaru pracy układu detekcji długości i orientacji 110. Za pomocą układu detekcji długości i orientacji 110 przeprowadza się analizę nasiona 1 przez pomiar jego cech pozwalających na określenie jego długości oraz orientacji, w celu uzyskania w kroku 402 jego długości. Informacje pozyskane z układu detekcji długości i orientacji 110 stanowią informacje wejściowe dla dalszych elementów systemu. W kolejnym kroku 403 orientuje się nasiono za pomocą układu zmiany orientacji 120, pozycjonuje się nasiono w kroku 404, tj. ustala się miejsce skaryfikacji (odcięcia), i podaje się je do układu chwytającego. Za pomocą układ chwytającego, na podstawie informacji otrzymanej od układu detekcji długości i orientacji 110 ustala się położenie nasiona tak, aby jego część dystalna 1a wystawała na określoną długość z chwytaka 132. Nasiono 1 jest następnie trzymane przez chwytak 132. Wielkość wysunięcia nasiona ustalona może być a-priori przy konfigurowaniu systemu. Następnie uchwycone nasiono 1 podaje się do skaryfikatora 142 i skaryfikuje się je w kroku 405, tzn. odcina się za pomocą skaryfikatora część dystalną w określonej odległości od końcówki dystalnej nasiona.

[0055] Następnie nasiono 1 jest dostarczane do układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150. Potem ocenia się lub wykrywa stan zmian nasiona i ustala stan jego prawdopodobnej żywotności w kroku 406. Informacja ta jest wykorzystywana w

kolejnym kroku, w układzie sortowania, za pomocą którego umieszcza się w kroku 407 nasiono w stosownym odbiorniku w zależności od wyniku klasyfikacji.

[0056] Klasyfikator systemu podejmuje decyzję na podstawie doświadczeń zebranych w przeszłości w procesie automatycznego uczenia, przeprowadzonych na próbie nasion o różnych formach zmian degeneracyjnych, dla których znane były wyniki wzrostu siewek z wysianych nasion. Wiedza zgromadzona automatycznie przez klasyfikator odzwierciedla rzeczywiste warunki działania systemu skaryfikującego, cechy charakterystyczne nasion oraz wynik końcowy w postaci cech charakterystycznych sadzonek lub informacji o braku kiełkowania. Modułowa struktura klasyfikatora pozwala również na konfigurowanie i stosowania parametrów zadanych przez operatora systemu w trakcie działania systemu, podczas jego inicjalizacji lub ustalonych w trakcie kalibracji samoczynnej lub z udziałem operatora. Układ sortujący zawiera trzy zbiorniki 163, 164, 165 i sortownik 162 (z przyporządkowanym mu sterownikiem 161), który na podstawie informacji uzyskanych z układu detekcji zmian mumifikacyjnych 150 dostarcza nasiono 1 do odpowiedniego zbiornika odbiorczego 163, 164, 165. Zbiornik 163 jest przeznaczony dla nasion zdrowych, które należy wysiewać. Zbiornik 164 jest przeznaczony dla nasion uszkodzonych w stopniu wykluczającym ich przydatność do wysiewu. Zbiornik 165 jest przeznaczony dla nasion o wątpliwej jakości, do ewentualnej decyzji eksperta lub zagospodarowania w innym celu.

ZASTRZEŻENIA

1. System do automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion dębu znamienny tym, że zawiera zbiornik wejściowy (102) na nasiona dębu, połączony z początkiem toru przebiegu nasiona dębu przez system zawierający ustawione kolejno elementy: podajnik (103), układ detekcji długości i orientacji (110), układ zmiany orientacji (120), układ pozycjonowania (135), chwytak (132), skaryfikator (142) do skaryfikowania nasion dębu, układ detekcji zmian mumifikacyjnych (150), sortownik (162) umieszczony na końcu toru i połączony ze zbiornikami nasion dębu (163, 164, 165).
2. System według zastrz. 1, znamienny tym, że elementy toru przebiegu nasiona dębu są przystosowane do działania w sposób sekwencyjny lub równoległy względem siebie.
3. System według zastrz. 1, znamienny tym, że układ pozycjonowania (135) zawiera sterowany mechanizm obrotowy i krzywkę (136a) której obrót ustala pozycję nasiona dębu lub sterowany przesuwany element pozycjonujący (136b).
4. System według zastrzeżenia 1 znamienny tym, że układ detekcji długości i orientacji (110) zawiera kamerę wizyjną (112) i źródło światła (113), działające w sposób ciągły lub synchronicznie z kamerą (112).
5. System według zastrzeżenia 1 znamienny tym, że układ zmiany orientacji (120) zawiera kanał wlotowy (122), mechanizm obrotowy (125), przegrodę (126) oraz kanały wylotowe (123, 124).
6. System według zastrzeżenia 1 znamienny tym, że chwytak (132) ma formę systemu automatycznej regulacji z elementem wykonawczym w postaci co najmniej dwóch sterowanych, korzystnie elektromagnetycznie, ramion zakończonych z jednej strony uchwytem przystosowanym do obejmowania części nasiona dębu (1).
7. System według zastrzeżenia 1 znamienny tym, że skaryfikator (142) zawiera dwa noże przesuwne (143a) lub obrotowe (143b).
8. System według zastrzeżenia 1 znamienny tym, że układ detekcji zmian mumifikacyjnych (150) zawiera matrycową kamerę wizyjną (152), źródło światła (153), przystosowane do działania w sposób ciągły lub sterowany synchronicznie z kamerą

(152), oraz układ przetwarzania (154), przystosowany do realizacji wstępnie ustalonego lub adaptacyjnego algorytmu wyznaczania stopnia żywotności, zawierający interfejs akwizycji sygnału wizyjnego z kamery (152) który jest przystosowany do podawania informacji określającej żywotność nasiona dębu, na podstawie otrzymanego sygnału.

9. System według zastrzeżenia 8, znamienny tym, że zawiera wiele chwytaków, umożliwiających równoległą pracę skaryfikatora (142), układu detekcji zmian mumifikacyjnych (150) i układu sortowania (162).

10. Sposób automatycznej skaryfikacji i oceny żywotności nasion dębu, znamienny tym, że zawiera kroki:

- dostarczania (401) nasion dębu za pomocą układu podającego, i dla każdego dostarczonego nasiona dębu:
- mierzenia (402) długość DL i wykrycia orientacji nasiona dębu określonej jako PRAWIDŁOWA lub NIEPRAWIDŁOWA za pomocą układu detekcji długości i orientacji (110);
- zorientowania (403) nasiona dębu przy pomocy układu zmiany orientacji (120);
- pozycjonowania nasiona dębu (404) i podania nasiona dębu chwytakiem (132) do skaryfikatora (142);
- skaryfikowania (405) nasiona dębu za pomocą skaryfikatora (142);
- oceny (406) żywotności skaryfikowanego nasiona dębu za pomocą układu detekcji zmian mumifikacyjnych (150);
- sortowania (407) nasion dębu za pomocą sortownika 162, i dostarczania nasion dębu z transportera do zbiorników nasion dębu (163, 164, 165).

11. Sposób według zastrzeżenia 10 znamienny tym, że w czasie pomiaru (402) długości i wykrywania orientacji nasiona dębu, jest mierzona długość DL nasiona dębu oraz jest wyznaczana orientacja nasiona dębu określana jako PRAWIDŁOWA lub NIEPRAWIDŁOWA.

12. Sposób według zastrzeżenia 10 znamienny tym, że długość i orientacja jest określana za pomocą co najmniej jednej z następujących metod:

- w czasie wyznaczania (402) długości i orientacji nasiona dębu, którego długość jest większa niż średnica, długość nasiona dębu DL jest określana poprzez wskazanie na obrazie dwóch najbardziej odległych punktów PZ, PD, które należą do obrazu

nasiona dębu wzdłuż osi symetrii nasiona dębu, który to obraz jest dostarczony przy pomocy kamery;

- w czasie wyznaczania (402) długości i orientacji nasiona dębu, którego średnica jest większa lub zbliżona do długości, jako długość DL przyjmuje się odległość punktów PZ, PD, które należą do konturu nasiona dębu, które tworzą prostą możliwie bliską osi symetrii nasiona dębu(1) i które są najbardziej odległe od siebie.

13. Sposób według zastrzeżenia 10 znamienny tym, że w czasie oceny (406) zmian mumifikacyjnych nasiona dębu, są wykonywane następujące kroki:

- pobieranie (301) obrazu z kamery;
- sprawdzanie (302), czy skaryfikacja została zakończona;
- sprawdzanie (303), czy nasiono dębu jest obecne;
- wyznaczanie (304) obszaru przekroju nasiona dębu;
- wstępne przetwarzanie (306) cech;
- klasyfikowanie (307) nasiona dębu;
- sprawdzanie (308), czy określono żywotność nasiona dębu i jeśli tak, to wysyłanie (309) informacji o stanie nasiona dębu, a jeśli nie, to wysyłanie (310) informacji o nierozpoznaniu nasiona dębu.

14. Sposób według zastrzeżenia 10 znamienny tym, że wynik pomiaru długości każdego nasiona dębu jest wykorzystywany do określenia odpowiedniej dla tego nasiona dębu płaszczyzny skaryfikacji, a długość DL określoną dla nasiona dębu jest wykorzystywana do pozycjonowania nasiona dębu przed krokiem skaryfikacji (405).

15. Sposób według zastrzeżenia 13 znamienny tym, że w czasie klasyfikacji (307) skaryfikowanych nasion dębu, dokonuje się podziału nasion dębu na co najmniej dwa typy: zdrowe nasiona dębu przeznaczone do umieszczania w zbiorniku (163) na zdrowe nasiona dębu i zepsute nasiona dębu przeznaczone do umieszczania w zbiorniku (164) na zepsute nasiona dębu, oraz korzystnie nasiona dębu wątpliwej jakości przeznaczone do umieszczania w zbiorniku (165) na nasiona dębu nierozpoznane.

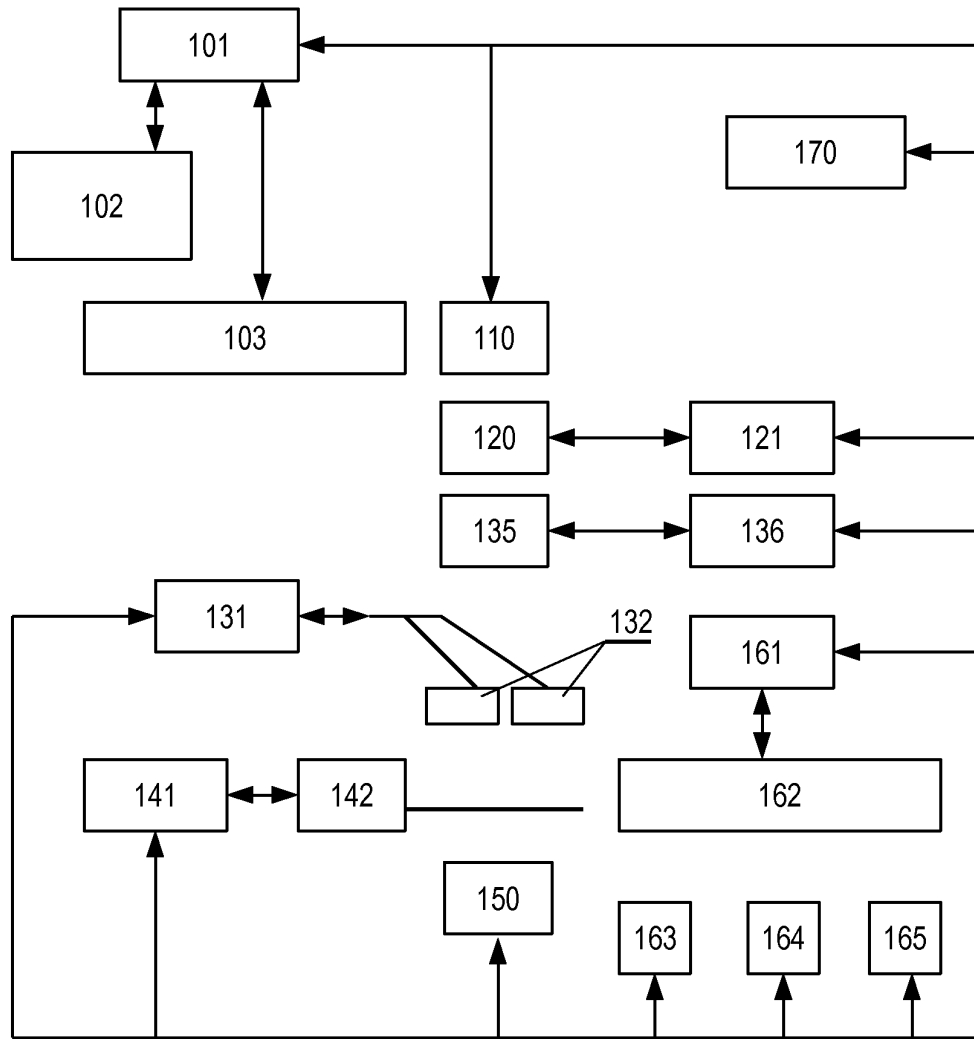


Fig. 1

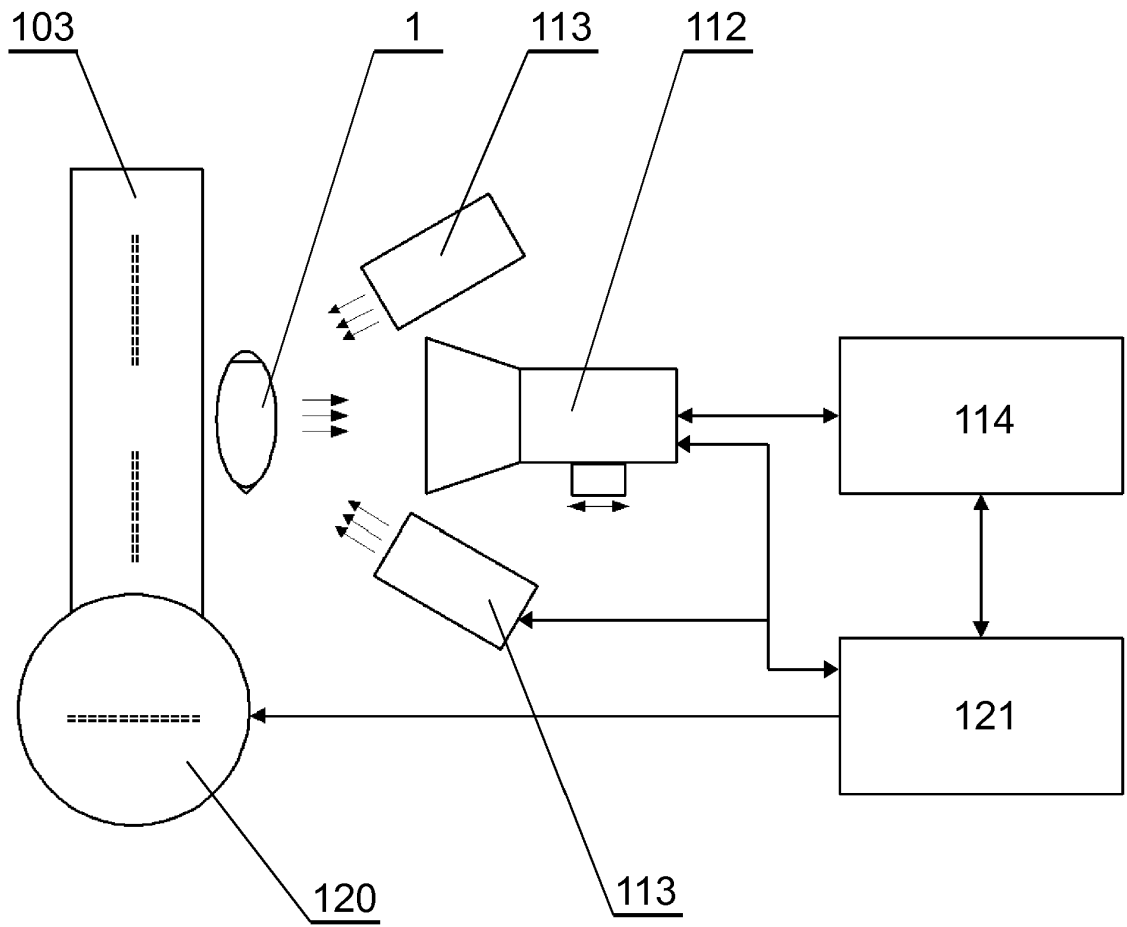


Fig. 2

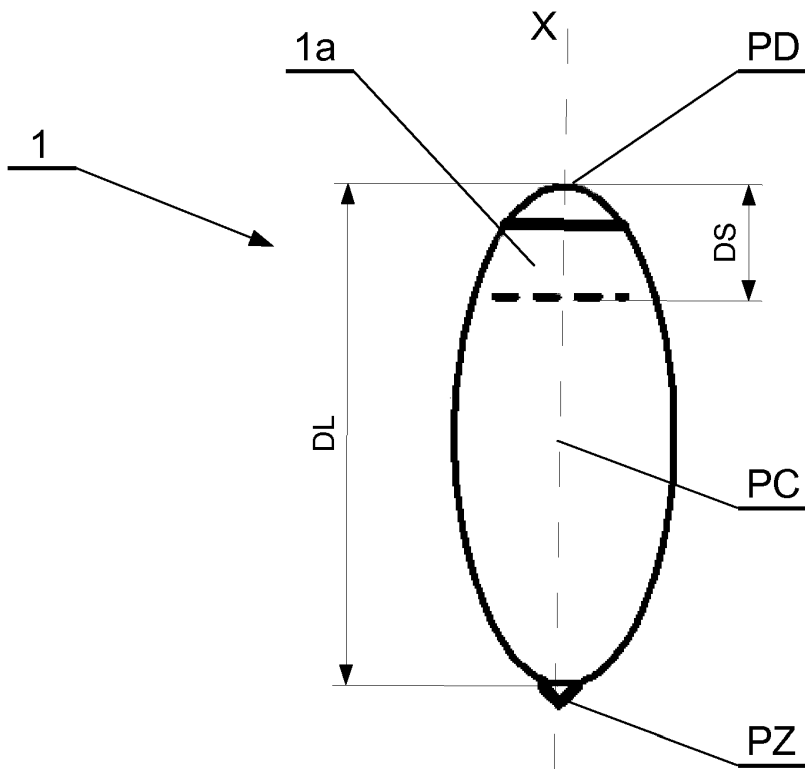


Fig. 3

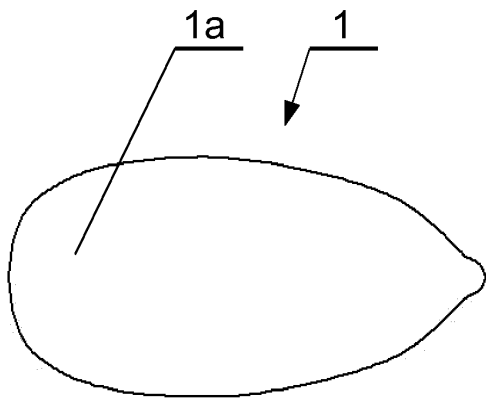


Fig. 4a

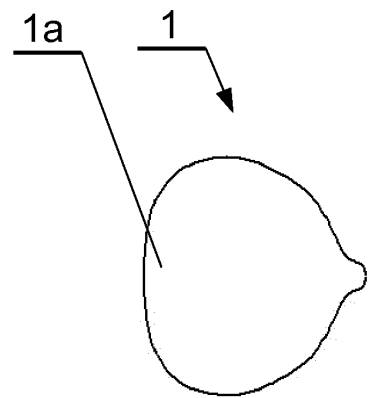


Fig. 4b

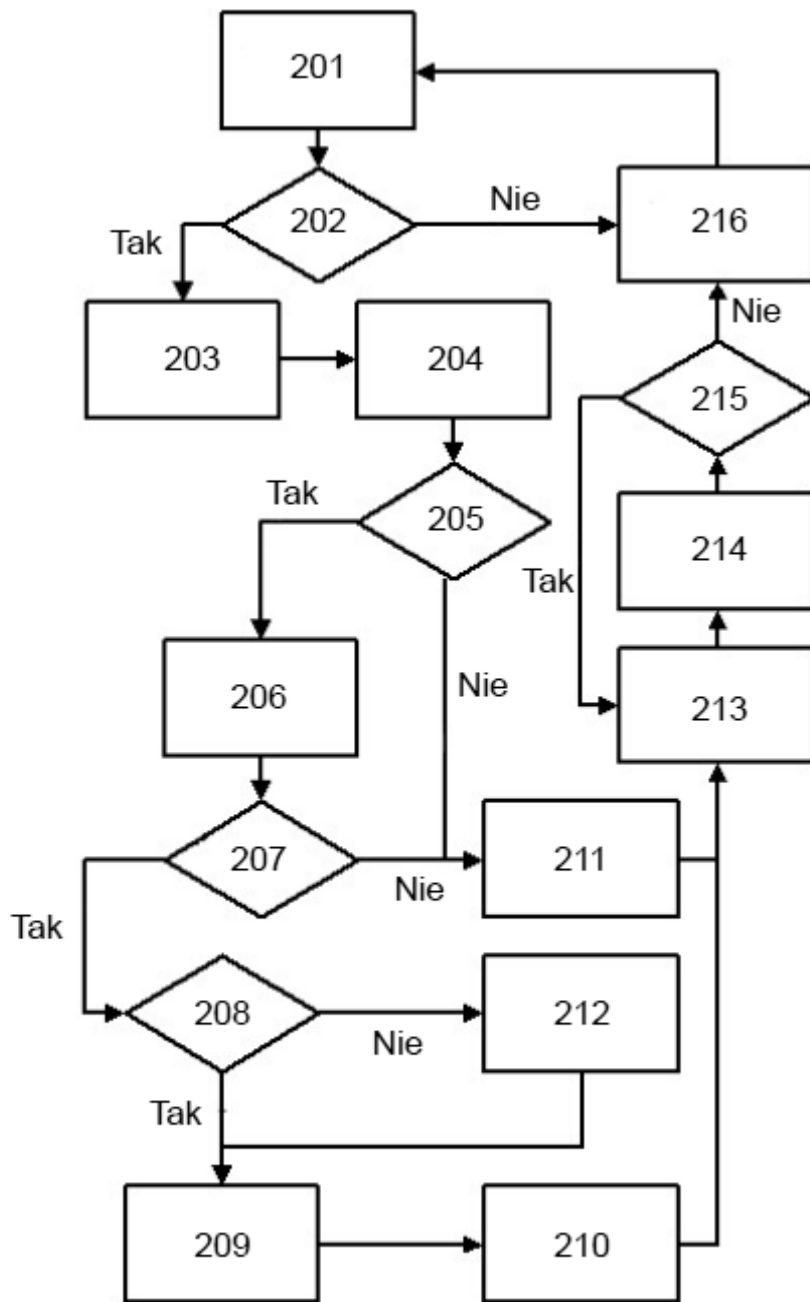


Fig. 5

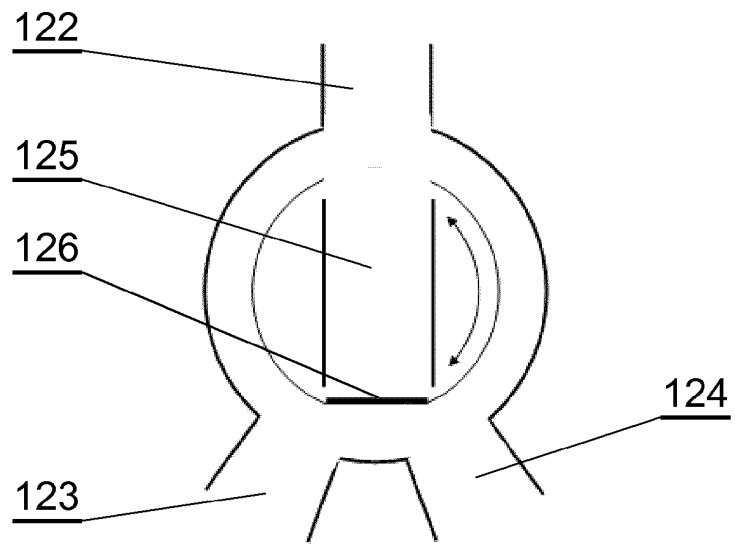


Fig. 6

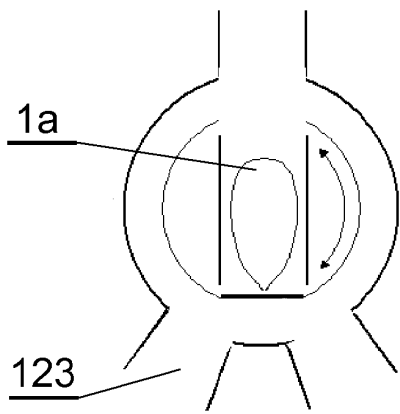


Fig. 7a

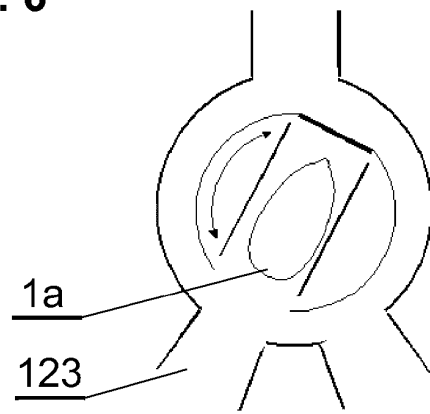


Fig. 7b

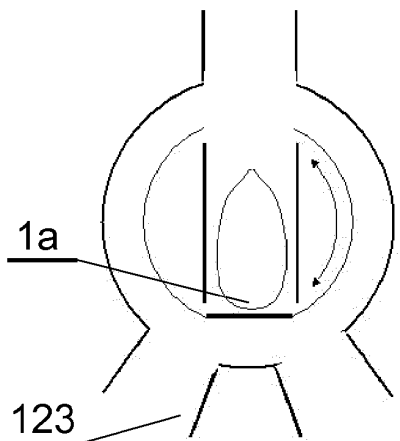


Fig. 8a

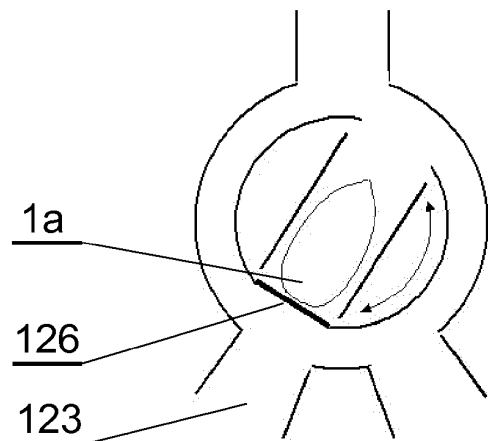


Fig. 8b

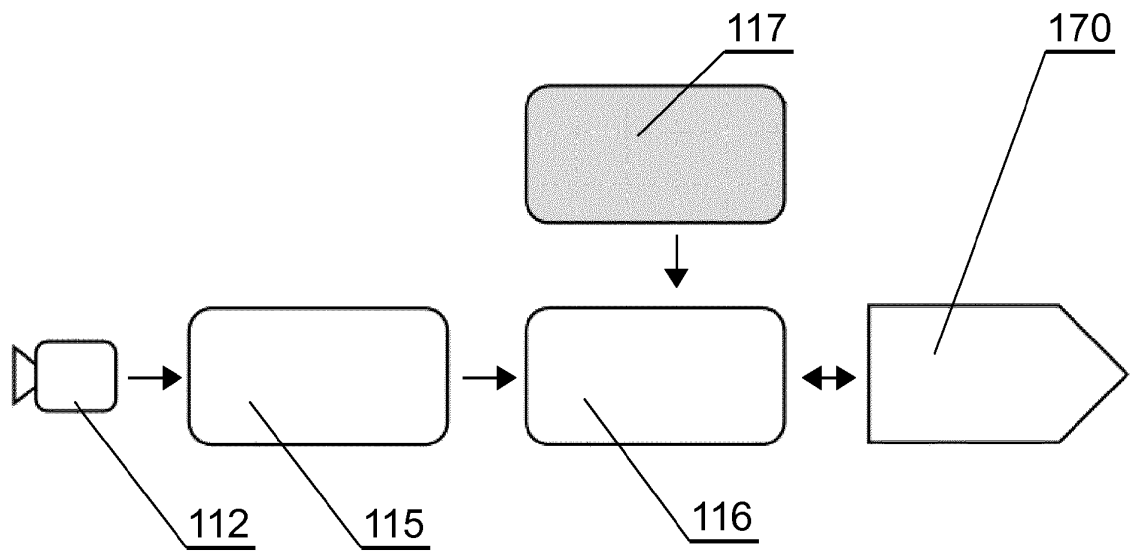
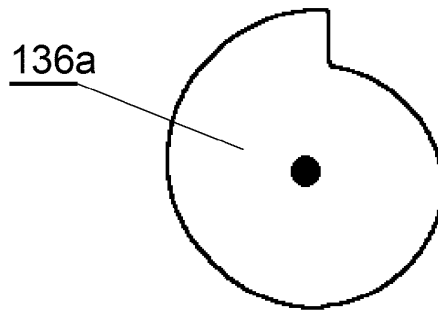
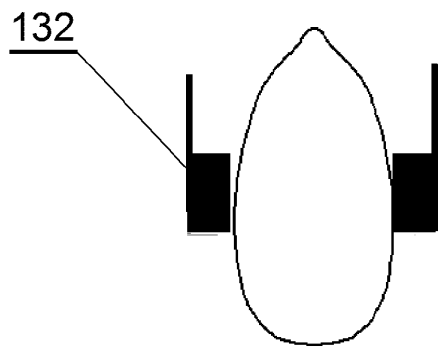
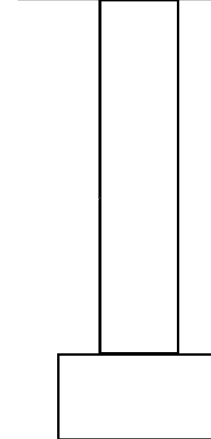
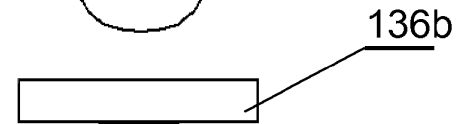
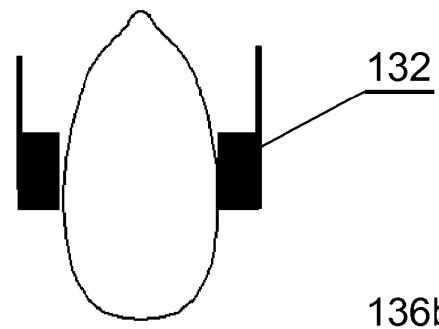


Fig. 9



135

Fig. 10a



135

Fig. 10b

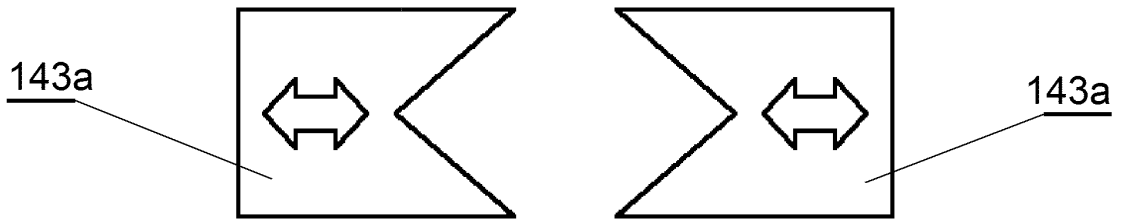


Fig. 11a

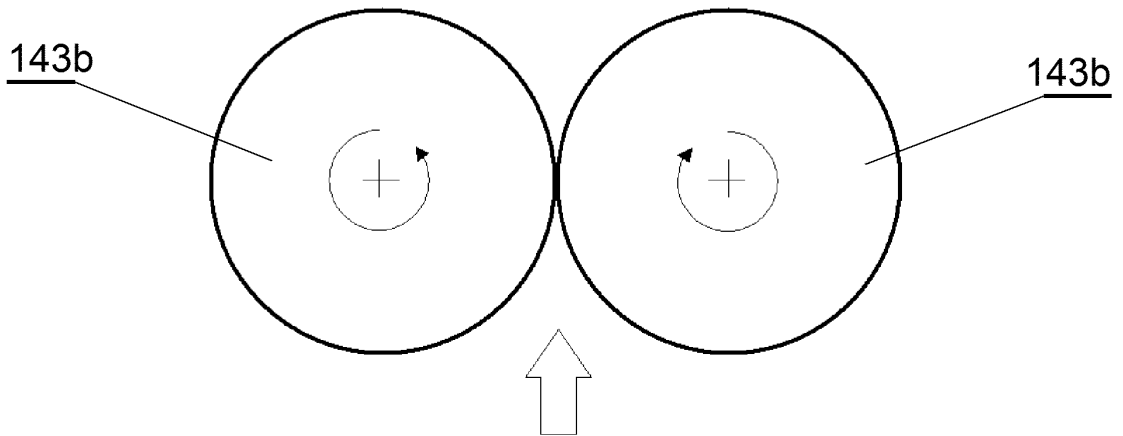


Fig. 11b

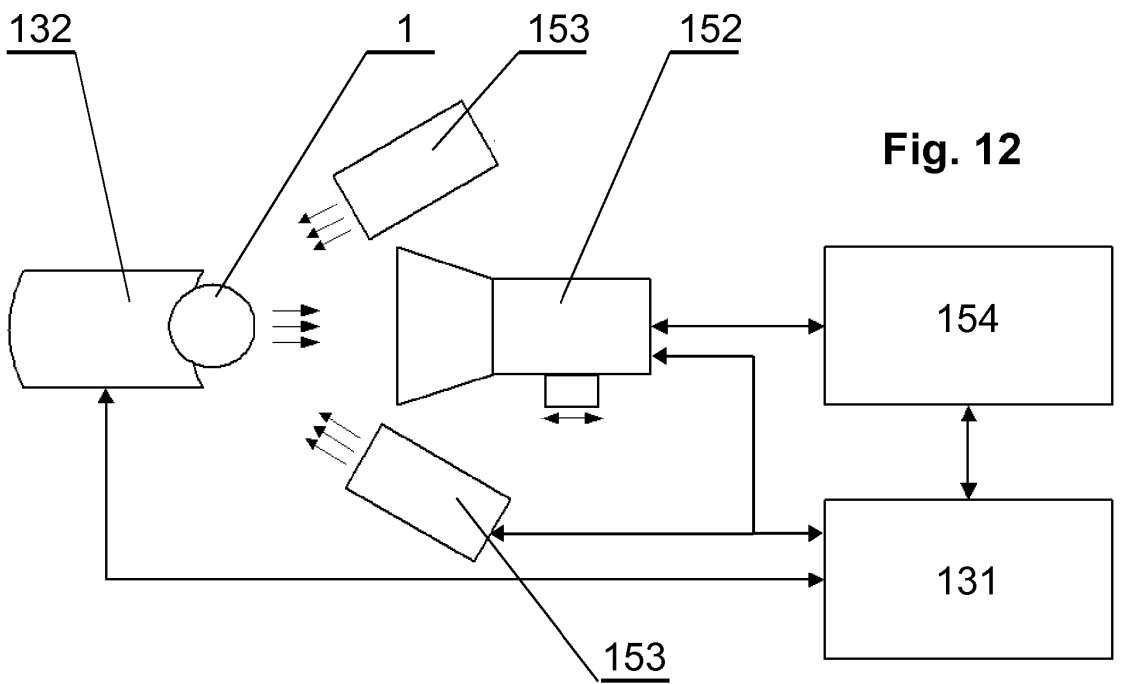


Fig. 12

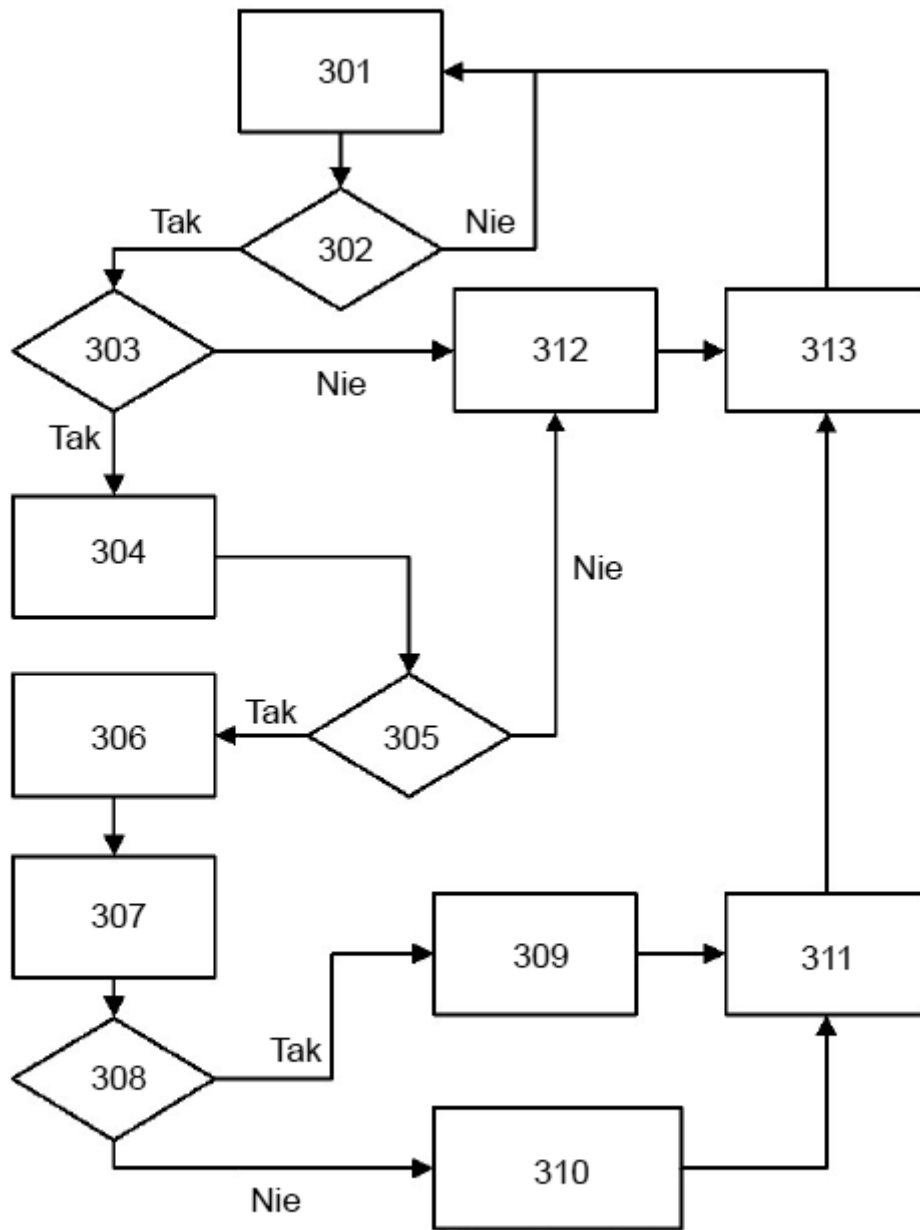


Fig. 13

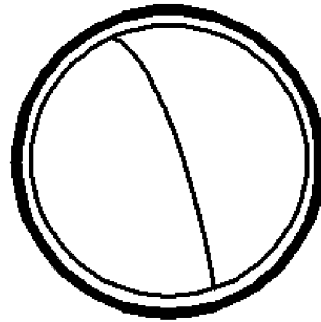


Fig. 14a

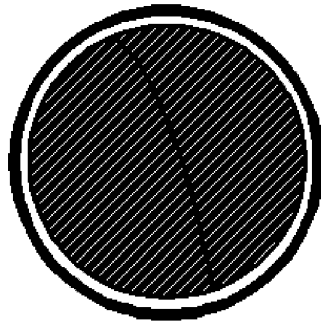


Fig. 14b



Fig. 14c

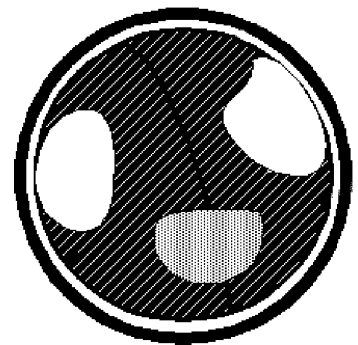


Fig. 14d

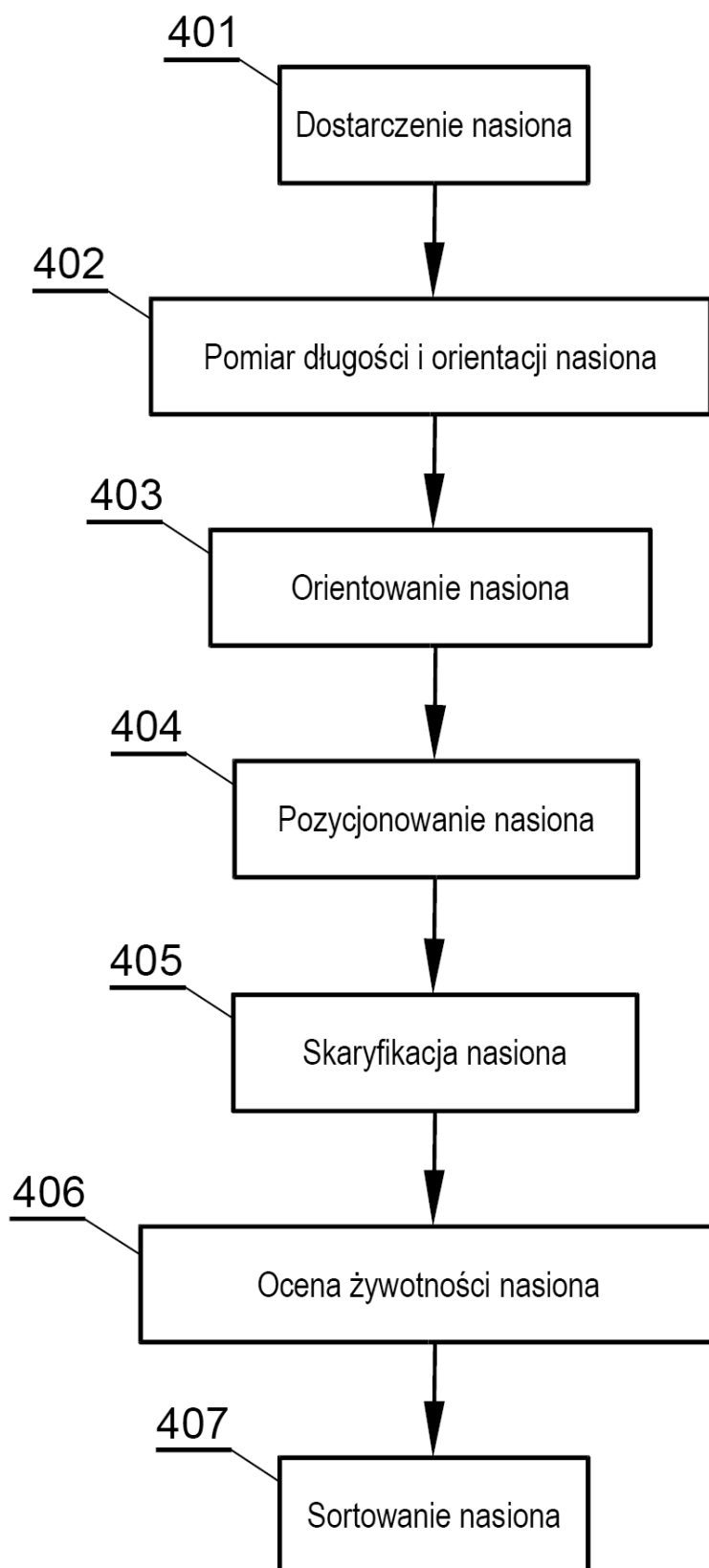


Fig. 15