RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237349**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **427974**

(51) Int.Cl.
G01N 21/954 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **30.11.2018**

(54) **Układ kontroli wizyjnej powierzchni wewnętrznej pojemnika**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
01.06.2020 BUP 12/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
06.04.2021 WUP 07/21

(73) Uprawniony z patentu:
CAN-PACK FOOD AND INDUSTRIAL PACKAGING SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Dębica, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MAREK IWANIEC, Kraków, PL
PAWEŁ ORKISZ, Olkusz, PL
ANDRZEJ IZWORSKI, Lednica Górna, PL
ZBIGNIEW MYTYCH, Dębica, PL
JACEK GAWLIK, Dębica, PL
KAMIL TĘCZAR, Glinik, PL
MARCIN SĘK, Różanka, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Magdalena Krekora

PL 237349 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ kontroli wizyjnej powierzchni wewnętrznej nieprzezroczystego cylindrycznego pojemnika, w szczególności puszki metalowej.

Puszki metalowe – najczęściej wykonane z stopów aluminium czy stali należą do szczególnie popularnych pojemników na napoje czy inne produkty żywnościowe. Puszki metalowe są także stosowane jako pojemniki na różne aerozole. Puszki metalowe są wewnętrznie lakierowane, a często także wytłaczane. Stąd istnieje konieczność kontroli ich powierzchni wewnętrznej.

Z opisu patentowego EP2957859 znane jest urządzenie sprawdzające ścianki wewnętrzne wydrążonego korpusu, w szczególności cylindrów silnika. Urządzenie to zawiera kamerę o kształcie pręta przeznaczoną do nagrywania obrazu poprzecznie w stosunku do jej wzdłużnej osi, przyrząd służący do wsuwania kamery do środka wydrążonego korpus, oświetlacz do oświetlania ścian korpusu, gdzie wiązka światła emitowanego z oświetlacza krzyżuje się z wiązką światła odbitego od ściany korpusu, a kąt, pod którym te wiązki krzyżują, wynosi od 45° do 135°. Ponadto urządzenie zawiera przyrząd do mierzenia wewnętrznej średnicy korpusu.

Z opisu patentowego EP2921847 znany jest sposób wizualnego wykrywania wad pobocznie puszek przy pomocy detektora światła i urządzenia do realizacji tego sposobu. Chociaż ten sposób wykorzystuje światło do wykrywania wad, to nie stosuje się w nim kamery, zatem zasada jego działania jest zupełnie inna, niż zasada działania badanego rozwiązania.

Z opisu patentowego EP2518476 znane jest urządzenie do wykrywania wad powłoki otworu puszki. Urządzenie oświetla otwór puszki z boku, z wielu stron oraz od góry. Natomiast kamera znajduje się ponad puszkę i wykonuje zdjęcie oświetlonego otworu od góry. Jest to urządzenie, które działa w podobny sposób, jak badany układ, niemniej posiada zupełnie inną konstrukcję i nie nadaje się do oceny wewnętrznej powierzchni badanej puszki.

Z opisu patentowego EP2462430 znane jest urządzenie, które wykorzystuje światło padające pod niewielkim kątem i rozproszone światło padające bezpośrednio do oświetlania zakrzywionych powierzchni celem wykrycia ich wad, w tym także zanieczyszczeń. Ujawnione urządzenie jest przeznaczone do wykrywania wad np. kapsli czy nakrętek napojowych. Urządzenie to, choć wykorzystuje podobne zjawiska, jak badane rozwiązanie, charakteryzuje się zupełnie różną konstrukcją.

Szereg znanych rozwiązań wykorzystuje do oświetlania wnętrza puszek źródła światła umieszczone na zewnątrz, a w akwizycji obrazu wnętrza puszki mają pomagać odpowiednio umieszczone lustra. Takie rozwiązania ujawniono np. w EP1079228, EP0371547, czy DE202017006788.

Systemy kontroli wizualnej pojemników stosowane w masowej produkcji są znane. Takie rozwiązanie ujawnia np. WO2018172017.

Znane sposoby nie pozwalają jednak na szybką i wydajną kontrolę wnętrza nieprzezroczystych pojemników wytwarzanych w masowej produkcji.

Układ kontroli wizyjnej powierzchni wewnętrznej nieprzezroczystego pojemnika zawierający źródło światła, kamerę, podukład analizujący obrazy i uchwyt na pojemnik charakteryzuje się tym, że jest wyposażony w co najmniej jedno urządzenie zawierające korpus, na którym umocowana jest co najmniej jedna kamera i co najmniej jeden oświetlacz umieszczony w dolnej części pierścienia mocującego oraz co najmniej jeden oświetlacz umieszczony na wysięgniku, przy czym oświetlacze i kamera umieszczone są względem siebie w ten sposób, iż oświetlacz na wysięgniku oraz kamera znajdują się poniżej oświetlacza umieszczonego na pierścieniu, a emitowane wiązki światła krzyżują się ze sobą i jednocześnie padają na powierzchnię ścianki pojemnika pod kątem nie większym niż 30°, natomiast korpus wraz z komponentami systemu wizyjnego jest montowany w układzie w ten sposób, iż poniżej korpusu znajduje się uchwyt na pojemnik, który nasuwa pojemnik na korpus, tak by oświetlacze i oraz kamery znalazły się wewnątrz pojemnika, ponadto układ jest wyposażony w podukład sterowania, który sekwencyjnie uruchamia oświetlacze oraz dokonuje akwizycji obrazu z kamer, a dodatkowo jest połączony z mechanizmem podawania pojemnika oraz pobiera informację o pionowym położeniu pojemnika, z kolei obrazy z kamery są przesyłane do podukładu przetwarzania obrazów, gdzie są analizowane z wykorzystaniem znanych algorytmów przetwarzania obrazów. Pojemnik jest nasuwany na nieruchomy korpus, a następnie jest zsuwany w dół i przemieszczany do kolejnej stacji roboczej w linii produkcyjnej. Pojemnik nie obraca się wokół własnej osi. Kamera nie musi się znajdować na tej samej wysokości co oświetlacz na wysięgniku, może być umieszczona poniżej bądź powyżej.

Sekcja złożona z pierścienia zawierającego jeden lub więcej oświetlaczy, jedną lub więcej kamer i jeden lub więcej oświetlaczy na wysięgnikach może być wielokrotnie powtórzona na całej długości

korpusu, przy czym zawsze oświetlacze umieszczone na pierścieniu znajdują się ponad kamerą i oświetlaczem na wysięgniku, z którymi współpracują.

Obrazy uzyskane z kamer są porównywane z obrazem wzorcowym.

Wybrane obrazy uzyskane z kamer są przesyłane do centralnej bazy systemu, z którą połączony jest układ.

Układ jest wyposażony w moduł segregujący wadliwe pojemniki.

Oświetlacze są rozmieszczone promieniście wokół korpusu.

Wysięgniki są elastyczne lub sztywne.

Boczna powierzchnia korpusu oraz górna powierzchnia pierścienia są pokryte materiałem absorbującym światło.

Kamery są wyposażone w szerokokątne obiektywy.

Na oświetlaczach lub kamerach są zastosowane filtry polaryzacyjne światła.

Wiązki światła emitowane przez wyświetlacze i krzyżują się ze sobą pod kątem od 30 do 150 stopni.

Zastosowany podajnik do podawania pojemników to podajnik karuzelowy obracający się wokół własnej osi. W przypadku, gdy układ wizyjny jest połączony z podajnikiem karuzelowym pojemnik krąży wokół osi podajnika karuzelowego.

Sposób, według wynalazku, polega na przeprowadzaniu kontroli pojemników przy pomocy systemu wizyjnego współpracującego ze znanym rozwiązaniem mechanizmu podnoszenia pojemnika. Zadaniem mechanizmu podnoszącego jest przemieszczenie pojemnika do urządzenia pomiarowego i jego pionowe przemieszczanie w trakcie skanowania.

Pojemniki są nasuwane na urządzenia kontroli wizyjnej za pomocą uchwytów. Oświetlacze na wysięgnikach są umieszczone korzystnie w płaszczyźnie prostopadłej do osi korpusu. Oświetlacze na pierścieniu są rozmieszczone promieniowo względem osi korpusu w ten sposób, że emitowana wiązka światła pada pod niewielkim kątem na ściankę pojemnika, a korzystnie jest styczna do ścianki pojemnika. Wiązki światła z oświetlaczy na wysięgnikach i na pierścieniu krzyżują się korzystnie pod kątem zbliżonym do prostego. Zastosowanie elastycznych wysięgników umożliwia włożenie oświetlaczy do pojemników o niewielkich otworach. Podobnie pierścień może być wykonany z elastycznego materiału, by możliwe było wsunięcie go do pojemnika o niewielkim otworze np. puszki aerozolowej. Zadaniem pierścienia jest dodatkowo uniemożliwienie wnikania światła z zewnątrz do pojemnika.

Kamery korzystnie mogą być umieszczone w płaszczyźnie zajmowanej przez oświetlacze na wysięgnikach.

W czasie ruchu pojemnika nasuwanego na korpus następuje sekwencyjna akwizycja obrazu wnętrza pojemnika, kiedy poszczególne oświetlacze oraz kamery są wyzwalane przez układ sterowania, który sekwencyjnie załącza poszczególne pojedyncze oświetlacze. Światło z każdego oświetlacza pada pod niewielkim kątem do powierzchni pojemnika, ale z różnych kierunków w zależności od położenia załączonego oświetlacza. Podukład sterowania jest dodatkowo połączony z mechanizmem podawania pojemnika i pobiera informację o pionowym położeniu pojemnika. Obrazy sekwencyjne z kamer wykonane przy różnokierunkowym oświetleniu powierzchni z wadą z sekwencyjnie włączanych oświetlaczy są łączone i przetwarzane przez system obliczeniowy umożliwiając wykrywanie takich wad pokrycia zabezpieczającego powierzchnię jak: rysy wżery kratery, pęknięcia, czy przebarwienia.

Identyfikacja wad odbywa się poprzez analizę numeryczną zdjęć wykonywanych przy sekwencyjnym oświetlaniu fotografowanego wycinka powierzchni wewnętrznej pojemnika za pomocą co najmniej dwóch wiązek światła o dużej zbieżności kierowanych pod niewielkim kątem (0 do 15°) do powierzchni ścianki pojemnika w ten sposób, że wada jest oświetlana z różnych stron przez załączane poszczególne wyświetlacze. W szczególności wiązki światła oświetlające obszar fotografowany mogą krzyżować się pod kątem zbliżonym do prostego – patrząc z góry na obszar oświetlony/fotografowany. W celu ograniczenia wpływu odbić światła powinny zostać dobrane dodatkowe filtry polaryzacyjne światła na oświetlacze lub kamery.

Obrazy z kamer wykonane przy różnokierunkowym sekwencyjnym oświetleniu powierzchni z wadą w trakcie obróbki numerycznej są analizowane z wykorzystaniem znanych algorytmów przetwarzania obrazów w celu wykrycia lokalnych wad pokrycia zabezpieczającego powierzchnię takich jak: rysy, wżery, kratery, pęknięcia, przebarwienia, rozlania itp., a następnie obrazy mogą być łączone i przetwarzane przez system obliczeniowy umożliwiając wykrywanie wad zlokalizowanych na więcej niż jednym obrazie. System zapewnia możliwość cyklicznego przesyłania wybranych danych procesowych do

bazy danych i ich rejestracji, bądź w przypadku wykrycia wad dane są przesyłane do centralnej bazy systemu oraz do sterownika linii produkcyjnej.

Badanie wycinka powierzchni wewnętrznej pojemników ciśnieniowych przy pomocy systemu pomiarowego może być skorelowane z położeniem mechanizmu nadającego ruch pojemnikowi, co umożliwia określenie położenia wady.

Układ może być zastosowany do kontroli międzyoperacyjnej w linii produkcyjnej lub do badania wyrobu gotowego. Układ może być zastosowany w kilku miejscach linii produkcyjnej:

- po wykonaniu szwu bocznego pojemnika,
- po nałożeniu lakieru np. proszkowego zabezpieczającego szew przed stosowaną zwykle termiczną polimeryzacją lakieru zabezpieczającego szew w piecu,
- po termicznej polimeryzacji lakieru na etapie kontroli końcowej produktu.

Układ dokonuje rejestracji sekwencyjnej obrazu wady oświetlanej z różnych kierunków pod niewielkim kątem do powierzchni blachy: zjawiska załamania odbicia dyfrakcji światła na powierzchni i krawędzi wady umożliwiają jej skuteczną identyfikację.

Zdjęcia wady wykonywane są z bliskiej odległości, a położenie osi kamery jest zbliżone do położenia prostej normalnej do powierzchni puszki – proste te są równolegle lub prawie równolegle i blisko położone. Ponadto kąt pomiędzy osią kamery i kierunkiem oświetlenia wady jest zbliżony do prostego. Korpus urządzenia jest wprowadzany bezpośrednio do pojemnika, co umożliwia badanie smukłych pojemników np. puszek aerozolowych i uzyskanie tej samej rozdzielczości pomiarów niezależnie od położenia badanego miejsca pobocznicy – niezależnie od wysokości badanego pojemnika. Całkowita powierzchnia pobocznicy jest dzielona na wiele mniejszych obszarów, oddzielnie i wielokrotnie sekwencyjnie fotografowana przy wielokierunkowym oświetleniu i analizowana numerycznie pod kątem obecności wad, a następnie może być analizowana jeszcze raz jako całość. Oświetlenie wady w kolejnych ekspozycjach/akwizycjach obrazu jest sekwencyjne, z różnych kierunków, z użyciem filtrów polaryzacyjnych lub bez co poprawia możliwości identyfikacji wady.

W przeciwieństwie do znanych systemów w układzie według wynalazku nie stosuje się luster, które drgają, zanieczyszczają się, muszą być precyzyjnie ustawiane/sterowane w czasie pomiaru. Pomiar z użyciem luster umożliwia obserwację wady tylko pod niekorzystnym kątem, tylko z jednej strony i tylko przy jednokierunkowym oświetleniu wady.

Układ według wynalazku to unikalne rozwiązanie pozwalające na szybką i skuteczną analizę wnętrza cylindrycznych nieprzezroczystych pojemników w warunkach masowej produkcji. W tym układzie źródła światła wraz z kamerą znajdują się wewnątrz analizowanego pojemnika, a pierścień, na którym mocowane są górne oświetlacze odcina dopływ światła z zewnątrz, dzięki czemu ściany pojemnika są oświetlane wyłącznie w przewidziany sposób i światło z zewnątrz nie zaburza sposobu oświetlenia. Kąt padania światła i kąt krzyżowania się wiązek świateł jest dobrany w ten sposób, by podświetlić ściany pojemnika w sposób wydobywający wszystkie możliwe wady. Dodatkowo można zastosować filtry polaryzacyjne, które zwiększają skuteczność detekcji wad powierzchniowych. Skorelowanie działania urządzenia wizyjnego z pracą podajnika umożliwia zastosowanie tego rozwiązania w masowej produkcji, gdyż analiza powierzchni odbywa się w sposób niezaburzający cyklu produkcyjnego.

Układ według wynalazku pozwala badać puszki częściowo zamknięte kołpakiem, a rozdzielczość obrazu jest lepsza i stała – niezależnie od położenia badanego fragmentu powierzchni pobocznicy.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunkach, gdzie fig. 1 przedstawia urządzenie kontroli wizyjnej z pojedynczą sekcją kontroli wizyjnej, fig. 2 – urządzenie kontroli wizyjnej z powieloną sekcją kontroli wizyjnej, fig. 3 – przekrój urządzenia do kontroli wizyjnej, fig. 4 i 5 przedstawiają układ kontroli wizyjnej zastosowany w podajniku karuzelowym, fig. 6 przedstawia ruch pojemnika w stosunku do korpusu.

P r z y k ł a d

Układ kontroli wizyjnej składa się z korpusu 1, na którym umieszczona jest kamera 2 (albo więcej kamer). W pobliżu kamery 2 znajdują się oświetlacze 3 umocowane na wysięgnikach 5. Powyżej znajdują się oświetlacze 4 umocowane na pierścieniu 6. Oświetlacze 4 umocowane są w ten sposób, iż świecą w dół. Boczna powierzchnia korpusu 1 oraz górna powierzchnia pierścienia 6 są pokryte materiałem absorbującym światło. Na korpus 1 uchwyt nasuwa pojemnik 7.

Oświetlacze 3 umieszczone są w płaszczyźnie (A-A) prostopadłej do osi korpusu 1 oraz do oświetlaczy 4 rozmieszczonych promieniowo względem osi korpusu 1 w ten sposób, że emitowana wiązka światła pada pod niewielkim kątem (nie większym niż 30°) do ścianki pojemnika, a korzystnie jest

styczna do ścianki pojemnika. Obie wiązki światła z oświetlaczy 3 i 4 krzyżują się pod kątem zbliżonym do prostego.

Kamery 2 są wyposażone w szerokokątne obiektywy. Korzystnie mogą być umieszczone w płaszczyźnie zajmowanej przez oświetlacze 3. Dodatkowo korzystne jest zastosowanie filtrów polaryzacyjnych światła zarówno na oświetlacze jak i kamery.

Sekcja składająca się z kamery 2, oświetlaczy 3 na wysięgnikach 5 i pierścienia 6 z oświetlaczami 4 może być wielokrotnie powielona na korpusie 1.

Uchwyt nasuwa pojemnik 7 na korpus 1. W czasie ruchu układu następuje sekwencyjna akwizycja obrazu wnętrza pojemnika, gdy poszczególne oświetlacze oraz kamery są wyzwalane przez układ sterowania, który sekwencyjnie załącza poszczególne pojedyncze oświetlacze (z grupy 3 i 4). Światło z każdego oświetlacza pada pod niewielkim kątem do powierzchni pojemnika, ale z różnych kierunków w zależności od położenia załączonego oświetlacza (w zależności od położenia załączonego oświetlacza z grupy 3 i 4). Podukład sterowania jest dodatkowo połączony z mechanizmem podawania pojemnika i pobiera informację o pionowym położeniu pojemnika. Obrazy sekwencyjne z kamer wykonane przy różnokierunkowym oświetleniu powierzchni z wadą z sekwencyjnie włączanych oświetlaczy są łączone i przetwarzane przez system obliczeniowy umożliwiając wykrywanie takich wad pokrycia zabezpieczającego powierzchnię jak: rysy wżery kratery, pęknięcia, przebarwienia.

Pojemnik jest nasuwany na nieruchomy korpus, a następnie jest zsuwany w dół i przemieszczany do kolejnej stacji roboczej w linii produkcyjnej. W przypadku, gdy układ wizyjny jest połączony z podajnikiem karuzelowym pojemnik krąży wokół osi podajnika karuzelowego. Natomiast pojemnik nigdy nie obraca się wokół własnej osi.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ kontroli wizyjnej powierzchni wewnętrznej pojemnika nieprzezroczystego zawierający źródło światła, kamerę, podukład analizujący obrazy i uchwyt na pojemnik, **znamienny tym**, że jest wyposażony w co najmniej jedno urządzenie zawierające korpus (1), na którym umocowana jest co najmniej jedna kamera (2) i co najmniej jeden oświetlacz (4) umieszczony w dolnej części pierścienia mocującego (6) oraz co najmniej jeden oświetlacz (3) umieszczony na wysięgniku (5), przy czym oświetlacze (3, 4) i kamera (2) umieszczone są względem siebie w ten sposób, iż oświetlacz (3) oraz kamera (2) znajdują się poniżej oświetlacza (4), a emitowane przez oświetlacze wiązki światła krzyżują się ze sobą i jednocześnie padają na powierzchnię ścianki pojemnika (7) pod kątem nie większym niż 30°, natomiast korpus (1) wraz z komponentami systemu wizyjnego jest montowany w układzie w ten sposób, iż poniżej korpusu (1) znajduje się uchwyt na pojemnik, który nasuwa pojemnik (7) na korpus (1), tak by oświetlacze (3) i (4) oraz kamera (2) znalazły się wewnątrz pojemnika, ponadto układ jest wyposażony w podukład sterowania, który sekwencyjnie uruchamia oświetlacze (3, 4) oraz dokonuje akwizycji obrazu z kamer (2), a dodatkowo jest połączony z mechanizmem podawania pojemnika oraz pobiera informację o pionowym położeniu pojemnika (7), z kolei obrazy z kamery (2) są przesyłane do podukładu przetwarzania obrazów, gdzie są analizowane z wykorzystaniem znanych algorytmów przetwarzania obrazów.
2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że obrazy uzyskane z kamer są porównywane z obrazem wzorcowym.
3. Układ według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że wybrane obrazy uzyskane z kamer (2) są przesyłane do centralnej bazy systemu, z którą połączony jest układ.
4. Układ według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że jest wyposażony w moduł segregujący wadliwe pojemniki.
5. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że oświetlacze (3) i (4) są rozmieszczone promieniście wokół korpusu (1).
6. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że wysięgniki (5) są elastyczne lub sztywne.
7. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że boczna powierzchnia korpusu (1) oraz górna powierzchnia pierścienia (6) są pokryte materiałem absorbującym światło.

8. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że kamery (2) są wyposażone w szerokokątne obiektywy.
9. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że na oświetlaczach (3, 4) lub kamerach (2) są zastosowane filtry polaryzacyjne światła.
10. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że wiązki światła emitowane przez wyświetlacze (3) i (4) krzyżują się ze sobą pod kątem od 30 do 150 stopni.
11. Układ według dowolnego z powyższych zastrz., **znamienny tym**, że zastosowany podajnik do podawania pojemników (7) to podajnik karuzelowy obracający się wokół własnej osi.

Rysunki

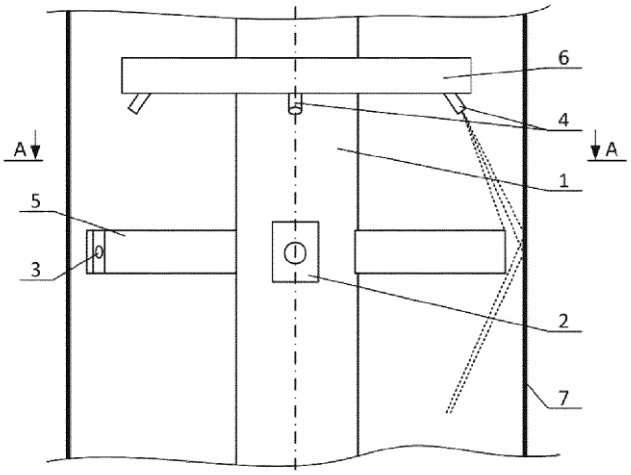

Fig. 1

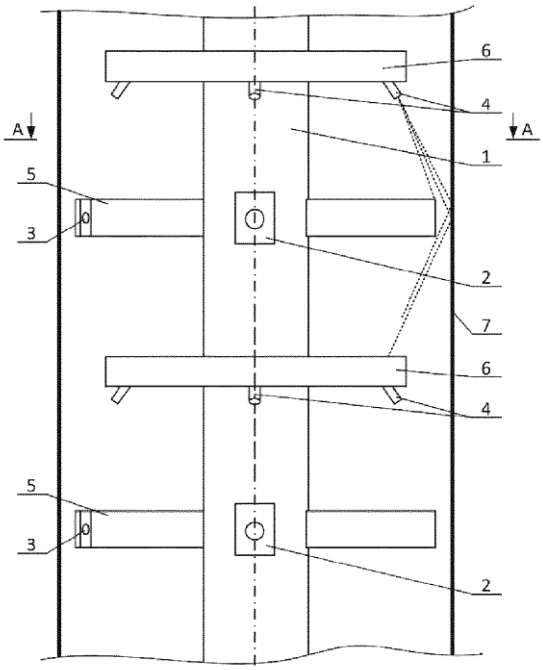

Fig. 2

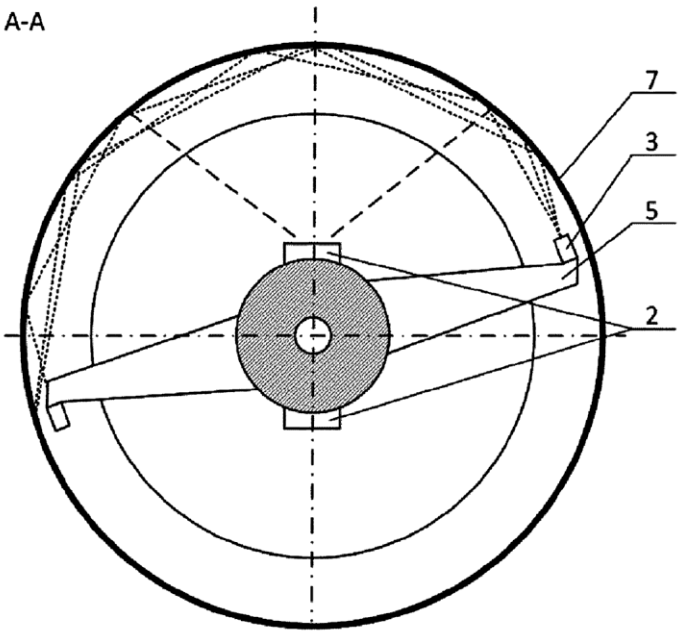

Fig. 3

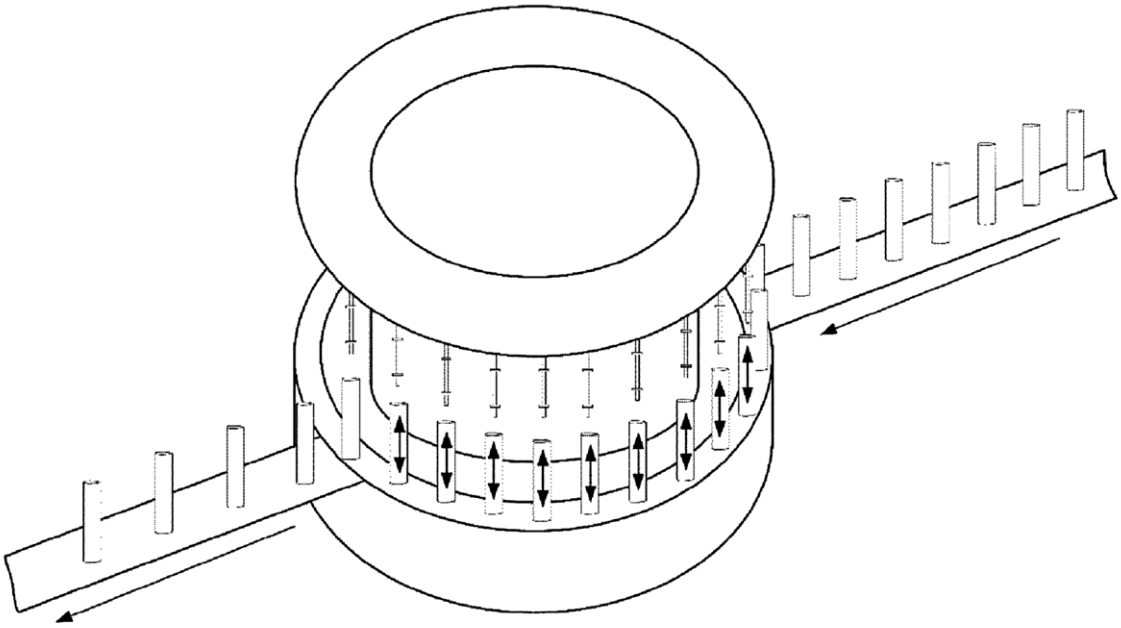

Fig. 4

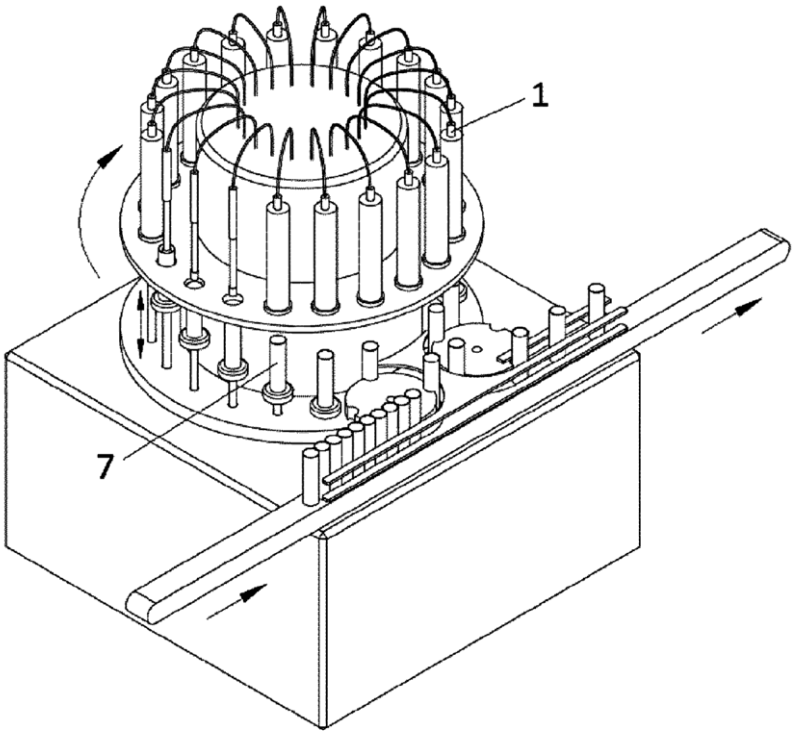

Fig. 5

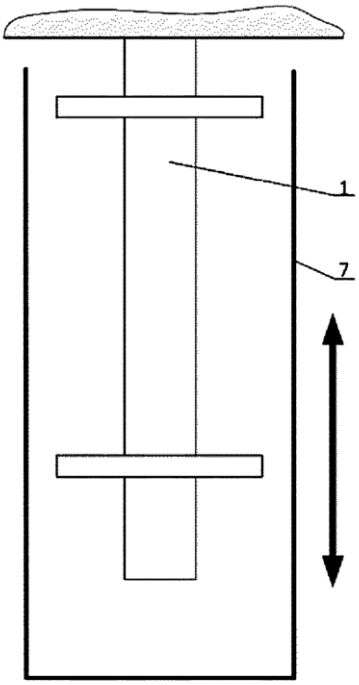

Fig. 6