

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239936**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431378**

(22) Data zgłoszenia: **04.10.2019**

(51) Int.Cl.

**B21D 47/04 (2006.01)**

**B21D 21/00 (2006.01)**

**B21D 13/04 (2006.01)**

**B23K 26/00 (2014.01)**

(54)

**Sposób wytwarzania elementów metalowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**06.04.2021 BUP 07/21**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**31.01.2022 WUP 05/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**LASERTECHNIKA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Borzytuchom, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**KAROL JÓZEF JAWORSKI, Bytów, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Adam Pawłowski**

**PL 239936 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania elementów metalowych, w szczególności detali o nieregularnych kształtach z arkuszy blachy.

Znane są ogólnie procesy technologiczne wytwarzania elementów metalowych, w których w arkuszach blachy wypala się laserowo uprzednio określone wzory, oddziela się określone tym wypalonym wzorem detale od ażuru, po czym segreguje się detale i poddaje się je dalszej obróbce na stanowiskach obróbczych, a gotowe detale poddaje się końcowej kontroli jakości i pakuje do wysyłki. W znanych procesach większość operacji prowadzonych jest ręcznie, co powoduje dość duży odsetek produktów końcowych nie spełniających założonych norm jakościowych, ze względu na błędy operatorów poszczególnych stanowisk produkcyjnych.

Szczególnie wrażliwym na błędy procesem jest proces oddzielania detali od ażuru, który przy realizacji manualnej przez operatora może prowadzić do uszkodzeń detali. Jest to spowodowane tym, że detale wykonywane z grubej blachy mogą mieć duże rozmiary i ich obróbka dla operatora może być zadaniem ciężkim fizycznie (obejmuje manualne wyrywanie lub wyszarpywanie detali z ażuru), co powoduje zmęczenie i wzrastające wraz ze zmęczeniem ryzyko błędów ludzkich. Dotychczas nie opracowano jednak skutecznego, a jednocześnie prostego w realizacji, rozwiązania pozwalającego na automatyzację procesu oddzielania detali od ażuru, ze względu na to, że wytwarzane detale mogą mieć różnorodne kształty i jest to zadanie skomplikowane. Znane są procesy automatyzacji tego zadania z wykorzystaniem chwytaków magnetycznych które wyrywają detal z ażuru, lecz tego typu rozwiązania wymagają stosowania głowic magnetycznych dostosowanych do kształtu detali.

Celem wynalazku jest zatem przedstawić usprawnienia w procesie wytwarzania elementów metalowych, szczególnie w zakresie automatyzacji procesu oddzielania detali od ażuru.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania elementów metalowych, w którym to sposobie pobiera się arkusze blachy, w których wypala się laserowo uprzednio określony wzór, a następnie po wstępnej kontroli jakości oddziela się określone wypalonym wzorem detale od ażuru, po czym segreguje się detale i poddaje się je dalszej obróbce na stanowiskach obróbczych, a gotowe detale poddaje się końcowej kontroli jakości i pakuje do wysyłki, charakteryzujący się tym, że oddzielanie detali od ażuru prowadzi się na stanowisku, na którym podaje się wypaloną blachę na układ wielopoziomowych rolek, powodując falowanie blachy w kierunku wzdłużnym w granicach jej plastyczności, następnie podaje się blachę na układ wahająco-wibrujący rolek powodujący falowanie blachy w kierunku poprzecznym w granicach jej plastyczności lub wibrowanie blachy, po czym za pomocą systemu wizyjnego sprawdza się, które mikrozłącza pomiędzy detalem a ażurem pozostały nierozzerwane, a następnie za pomocą układu wybijania detali, gdzie za pomocą trzpienia wybijającego zamocowanego przesuwnie na belce poprzecznej do kierunku transportu blachy wykonuje się uderzenia trzpienia o detal, zrywając mikrozłącza pomiędzy detalem a ażurem.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 przedstawia kolejne etapy sposobu według wynalazku;

Fig. 2 przedstawia ciąg urządzeń stanowiska oddzielania detali od ażuru;

Fig. 3 przedstawia układ wahająco-wibrujący rolek.

Surowcem wsadowym do wytworzenia detalu są arkusze blachy, przykładowo o wymiarach 3000 mm x 1500 mm, o grubości od 0,5 mm do 25 mm, które pobiera się z magazynu buforowego w etapie 101. Magazyn buforowy może być wyposażony w odpowiednie stanowiska składowania blach o różnych grubościach, windy i wózki do transportu blach, układy przenoszenia blach (widłowe lub podciśnieniowe) panel operatorski do sterowania zautomatyzowanym magazynem.

Następnie, w etapie 102, wypala się arkusz blachy na stanowisku wypalania laserowego zgodnie z ustalonym wzorem.

W kolejnym etapie, 103, za pomocą systemu wizyjnego (2D) sprawdza się poprawność i jakość cięcia wykonanego za pomocą lasera. Kontrolowany jest obrys wypalenia oraz wymiary detalu, korzystnie z dokładnością do 0,1 mm. Podczas tworzenia programu wypalania danego detalu, przypisuje się do niego określone tolerancje. W przypadku gdy wymiary wypalonego elementu wykraczają poza zakres dopuszczalnych tolerancji, system wizyjny sygnalizuje ten fakt operatorowi, który będzie mógł podjąć odpowiednie działanie (przykładowo, dodatkowa obróbka mechaniczna detalu lub odrzucenie detalu). Automatyczny system wizyjny pozwala na zmniejszenie odsetku detali odbiegających od normy, wychodzących z linii produkcyjnej jako produkty rzekomo prawidłowe.

Następnie w etapie 104 mierzy się płaskość blachy za pomocą laserowej bramki pomiarowej. Jest to dodatkowe sprawdzenie jakości wypalanej blachy, ze szczególnym uwzględnieniem powstałego gratu. Pomiar płaskości może się odbywać w trybie ciągłym, podczas każdego przejazdu blachy przez bramkę pomiarową. Szacowana dokładność pomiaru to 0,005–0,05 mm. W przypadku wykrycia nadmiernego odchylenia grubości brachy, operator zostaje poinformowany, dzięki czemu ma możliwość podjęcia odpowiedniego działania (skierowanie blachy do wyplaszczenia lub odrzucenie jako elementu wadliwego).

W etapie 105 oddziela się detal od ażuru i jest to kluczowa operacja sposobu według wynalazku, omówiona szczegółowo w dalszej części niniejszego opisu.

Następnie, w etapie 106 segreguje się detale pod kątem dalszej obróbki. Operator wybiera wcześniej oddzielone od ażuru detale i na podstawie oznaczeń wypalonych laserowo, rozdziela do odpowiednich koszy (które w dalszym etapie transportowane będą do odpowiadających im stanowiskom obróbczym). Z kolei odpad ażurowy transportowany jest dalej przenośnikiem łańcuchowym poza obszar pracy operatora, skąd może zostać odebrany za pomocą wózka widłowego. Stanowisko składowania odpadów może mieć możliwość regulacji poziomu, dzięki czemu istnieje możliwość składowania kilka ażurów jeden na drugim, aby operator wózka widłowego mógł odbierać kilka ażurów jednocześnie, zamiast każdy osobno. Operator segregujący detale pod kątem dalszej obróbki przenosi je do odpowiednich koszy transportowych, powiązanych z dalszymi lokalizacjami obróbczymi, takimi jak:

- kosz dedykowany operacji gięcia;
- kosz dedykowany operacji szlifowania;
- kosz dedykowany operacjom innym;
- kosz dedykowany bezpośrednio kontroli jakości;
- kosz dedykowany bezpośrednio wysyłce.

Zapełnienie koszy może być kontrolowane na dwa sposoby — czujnikiem zapełnienia lub przez operatora, który posiada możliwość zgłoszenia gotowości kosza do transportu poprzez wciśnięcie przycisku zapełnienia. Kosz, w momencie zapełnienia (wskazanego automatycznie, bądź przez operatora), może być skanowany przy pomocy czytnika kodów kreskowych. Kod kreskowy kosza zostaje przypisany do pozycji z której wyjeżdża (np. pozycja detali przeznaczonych do gięcia) oraz do numeru zlecenia, z którego pochodzą detale (jeżeli od czasu wymiany ostatniego kosza, laser wykonał cięcie detali dla kilku różnych zleceń, wszystkie numery zleceń zostają przypisane do danego kosza). Dzięki takiej organizacji, system automatycznego transportu wie dokąd należy przetransportować cały kosz, natomiast operatorzy panują nad tym, gdzie w danym momencie znajdują się detale z określonego zlecenia. Po zeskanowaniu kosza, trafia on do windy koszy pełnych, która transportuje go na poziom transportu wysokiego (na przykład 4 m ponad posadzką). Taka forma transportu pozwala na efektywne wykorzystanie przestrzeni na hali produkcyjnej oraz zachowanie przejazdu dla maszyn transportu bliskiego takich jak wózki widłowe.

W etapie 107 kosze są dystrybuowane na stanowiska obróbcze za pośrednictwem magazynów buforowych. Każdy kosz, zgodnie z przeznaczeniem określonym w bazie danych, po dokonaniu skanowania i przypisaniu zlecenia, zostaje dostarczony do magazynu buforowego koszy pełnych, w pobliżu stanowiska na którym detale będą poddane dalszej obróbce (np. w pobliżu stanowiska szlifowania, bądź gięcia), takiego jak:

- magazyn buforowy stanowiska gięcia;
- magazyn buforowy stanowiska szlifowania;
- magazyn buforowy stanowiska „operacji innych”;
- magazyn buforowy stanowiska kontroli jakości;
- magazyn buforowy stanowiska pakowania.

Magazyn buforowy jest w pełni automatycznym urządzeniem, które pobiera dostarczone kosze pełne, a następnie buforuje je w celu późniejszego wywołania przez operatora i automatycznego dostarczenia do dedykowanego stanowiska obróbczego.

Następnie w etapach 108-110 wykonuje się poszczególne operacje obróbcze. Operator każdego stanowiska obróbczego, może posiadać podgląd koszy znajdujących się w danej chwili w magazynie. Z listy może wybrać kosz z zawartością najbardziej pilnego zlecenia, a następnie zostanie on automatycznie wydany z magazynu operatorowi. Istnieje również możliwość zaimplementowania systemu kolejowania koszy, dzięki czemu magazyn zawsze będzie wydawał kosz o najwyższym priorytecie (np. taki, który spędził w magazynie najdłuższą ilość czasu). Jest to przydatne szczególnie w momencie gdy

na hali zabraknie kierownika produkcji, który zwykle nadzoruje kolejność wykonywania zleceń. Kierownik może nadać priorytety zleceniom, dzięki czemu nawet pod jego nieobecność, operatorzy zawsze otrzymają najbardziej pilne kosze. Operator pobiera wybrany kosz z magazynu buforowego, a następnie przystępuje do dalszej obróbki.

W etapie 108 odbywa się operacja gięcia, która może odbywać się w trybie automatycznym (jeśli system kolejkowania zleceń jest aktywny), bądź w trybie półautomatycznym, gdzie operator dokonuje wyboru kosza. Automatyczny magazyn buforowy wydaje kosz na podajnik, z którego to kosz dostarczany jest do wnętrza automatycznej celi gnącej. Cella może składać się z automatycznej prasy krawędziowej, manipulatora detali wraz z chwytakami ssawkowymi, automatycznego przenośnika dostarczającego kosze, automatycznego zmieniacza narzędzi oraz dodatkowego przenośnika detali. Cella może przykładowo mieć możliwość obróbki komponentów o masie do 100 kg. Automatyczna wymiana chwytaków zapewnia gotowość do obróbki konkretnego detalu, jeszcze zanim zostanie on podany przez system (na podstawie danych przypisanych do kosza wydanego przez automatyczny magazyn buforowy), co pozwoli zminimalizować czas przestoju systemu. Pozycjonowanie detali wykonane będzie za pomocą czujnika optycznego, co pozwala na szybsze wykonanie procesu, ze względu na pominięcie stanowiska centrująco-pozycjonującego każdy z detali. Po wykonaniu operacji gięcia, detale kontrolowane mogą być przez skaner 3D znajdujący się na przenośniku wyjściowym automatycznej celi gnącej. Skaner ten ma za zadanie sprawdzić poprawność wykonania detalu (tj. jego wymiary, kąty gięcia, zgodność z zadanym rysunkiem technicznym). Skaner 3D wykorzystuje wzorzec znajdujący się w bazie danych (programie cięcia laserem oraz gięcia) i porównuje z nim wytworzony detal. W przypadku wykrycia odchyłeń większych niż zakłada zakres tolerancji dla danego detalu (określone programowo, na podstawie rysunków technicznych), operator stanowiska otrzyma zgłoszenie o nieprawidłowo wykonanym detalu. Kontrola jakości skanem 3D pozwoli zaoszczędzić czas pracy operatora stanowiska oraz wykluczy możliwość powstania błędu pomiaru, który mógłby zaistnieć podczas pomiarów wykonanych przez operatora.

W etapie 109 odbywa się operacja szlifowania, na specjalistycznej maszynie do szlifowania powierzchni blach oraz zatępiania krawędzi. Po wykonanym szlifowaniu, operator wprowadza kosz z obrobionymi detalami z powrotem do magazynu buforowego, a następnie pobiera kolejny kosz z nowo dostarczonymi detalami.

W etapie 110 odbywają się operacje inne, wykonywane przez operatora, takie jak wiercenie, gwintowanie, fazowanie, galwanizacja, malowanie proszkowe. Po wykonaniu procesu, operator wprowadza kosz z obrobionymi detalami z powrotem do magazynu buforowego, a następnie pobiera kolejny kosz z nowo dostarczonymi detalami.

W etapie 111 odbywa się kontrola jakości, wykonywana jest przez operatora. Za pomocą oceny wizualnej oraz dokonanych pomiarów, operator ocenia jakość detalu, a następnie podejmuje decyzję, czy detal jest poprawny i może zostać wysłany, czy jest niepoprawny i należy go zełomować, lub czy jest niepoprawny, ale można go poprawić. Elementy niepoprawne zostają ręcznie przeładowane do odpowiadających im kontenerów (kontener elementów do poprawy, kontener elementów do złomowania), natomiast elementy poprawne pozostają w koszu, który po ponownym załadowaniu do magazynu buforowego, uda się w dalszą drogę do sekcji wysyłki.

W etapie 112 odbywa się pakowanie i wysyłka detali, na stanowisku obsługiwanym przez operatora, który wybiera z magazynu buforowego gotowe detale, a następnie przekazuje je do odpowiednich jednostek wysyłkowych (na paletę, do kartonu, do samochodu itp.).

Po zakończeniu procesu pakowania i wysyłki, opróżnione kosze transportowane są do stanowiska segregacji detali w celu ponownego wykorzystania w systemie.

Proces oddzielania detali od ażuru w etapie 105 przebiega następująco.

Po wypaleniu w etapie 102 detal pozostaje połączony z ażurem mikro złączami w celu zapewnienia stabilnego procesu wycinania laserowego, które muszą zostać przerwane. Jest to realizowane za pomocą ciągu urządzeń przedstawionych na Fig. 2.

Początkowo wypaloną blachę podaje się na układ 210 wielopoziomowych rolek 211, powodując falowanie blachy w kierunku wzdłużnym w granicach jej plastyczności (nie przekraczając granicy plastyczności, nie spowoduje się trwałego odkształcenia blachy, a zatem powraca ona do swego początkowego kształtu). Rolki są napędzane i mają regulowaną wysokość względem siebie (przykładowo, w zakresie od 0 do 200 mm) oraz odległość względem siebie (przykładowo, w zakresie od 300 do 500 mm), aby wprawić przejeżdżającą blachę w efekt falowania. Podczas przejazdu

danej blachy rolki znajdują się w stałych pozycjach, a samo falowanie następuje dzięki sile grawitacji i różnym poziomom rolek. Układ regulacji pozycji rolek pozwala niezależnie od grubości blachy zapewnić jej powrót do oryginalnego kształtu po wykonanym przejeździe. Poziomy i rozstaw rolek ustala się na podstawie granicy plastyczności danego arkusza blachy (przy czym granica plastyczności określana jest w karcie produktowej dostarczanej przez dostawcę blach). Operator ma możliwość modyfikacji wyboru predefiniowanych ustawień, bądź manualnego zadania pozycji rolek. Falowanie blachy powoduje wstępne wylamanie detali z ażuru.

Następnie blachę wprowadza się na układ 220 wahająco-wibrujący rolek (przedstawiony szczegółowo na Fig. 3), na którym powoduje się falowanie blachy w kierunku poprzecznym w granicach jej plastyczności (nie przekraczając granicy plastyczności, nie spowoduje się trwałego odkształcenia blachy, a zatem powraca ona do swego początkowego kształtu). Układ składał się z co najmniej dwóch kompletów rolek 221,222, umieszczonych w poprzek przenośnika łańcuchowego oraz blachy. Na środku osi każdego z zestawu rolek znajduje się punkt mocowania 223, 224, równoległy do osi wzdłużnej przenośnika, na bazie którego występuje ruch wahający (gdy prawa rolka się unosi, wtedy lewa rolka się obniża i odwrotnie). Przy zastosowaniu dwóch kompletów (lub więcej) otrzymuje się następującą sytuację: rolka prawa pierwszego zestawu unosi się, rolka lewa pierwszego zestawu obniża się, rolka prawa drugiego zestawu obniża się, rolka lewa drugiego zestawu unosi się. Dzięki temu otrzymuje się kształt blachy przypominający śmigło. Następnie występuje wahnięcie, rolki obniżone unoszą się i odwrotnie. Dzięki temu zabiegowi otrzymuje się kształt śmigła wykręconego w drugą stronę. Wahnięcia występują okresowo, zgodnie z zadaną przez program, bądź operatora częstotliwością. Głębokość i wysokość wychylenia danych rolek jest poddyktowana granicą plastyczności konkretnego arkusza blachy, tak jak miało to miejsce w przypadku układu 210 omówionego powyżej. W przypadku niektórych typów detali i grubości blach (na przykład blachy o dużej grubości, które nie będą podatne na wahnięcia rolek), nie będzie możliwości wykonania falowania arkusza. W tym przypadku, układ posiada opcję wahanía rolek z małym skokiem i dużą częstotliwością, co daje efekty wibrowania, które pozwoli na pozbycie się mikro złączy. Cały układ bazuje na wahaníach osi mocujących rolki po środku ich długości. Osie te można wprawić w wahanía o dużym skoku i małej częstotliwości, dzięki czemu uzyskuje się efekt falowania w przypadku cieńszej blachy, bądź wahanía o małym skoku i dużej częstotliwości, dzięki czemu wprawimy grubą blachę w wibracje. Wahanía rolek w osi wzdłużnej przenośnika mogą się odbywać w zakresie od 0 stopni (bez wychylenia) do około 20 stopni (maksymalne wychylenie). Zakres wychylenia będzie posiadał płynną regulację programową. Częstotliwość wahanía będzie w zakresie od 0 Hz (brak wahanía) do kilkudziesięciu Hz (dokładna wartość zostanie ustalona empirycznie podczas projektowania oraz testów systemu).

Następnie za pomocą systemu wizyjnego 230 sprawdza się, czy istnieją mikrozłącza, które nie poddały się działaniu poprzednich dwóch układów, tj. pozostają nierozzerwane.

Po określeniu, w których miejscach mikrozłącza nadal występują, przenosi się blachę na układ 240 wybijania detali. Ponad przenośnikiem łańcuchowym blach, znajduje się belka poprzeczna 241 z trzpieniem wybijającym 242, zamocowanym na szynie belki. Trzpień porusza się w poprzek blachy po szynie 241 za pomocą serwonapędu, po całej szerokości blachy, natomiast blacha przemierzająca linię na przenośniku łańcuchowym zapewnia przesuw wzdłużny względem trzpienia. Układ 240 pozwala na pojawienie się trzpienia w dowolnym miejscu blachy, zgodnie z dokonaną przez system wizyjny analizą. Układ ma informację, w którym miejscu znajdują się niepożądane mikrozłącza, dzięki czemu może precyzyjnie kierować trzpień wybijający 242 ku zadanym współrzędnym, a następnie wykonać wybicie danego detalu poprzez serię uderzeń. Uderzenia trzpienia o detal są regulowane programowo. Uderzenia mogą obejmować jako jedno silne uderzenie, bądź wielokrotne uderzenia o dużej częstotliwości i małym skoku, co będzie powodowało efekt wibracyjny. Zależnie od kształtu detalu i ilości pozostałych mikrozłączy, uderzenie może występować w środku płaszczyzny detalu bądź w kilku miejscach na obrzeżach detalu.

W szczególności:

- w przypadku detalu o niewielkim rozmiarze, ale dużej grubości - można wykonać jedno silne uderzenie które skróci czas wybijania tegoż konkretnie detalu;
- w przypadku większych detali o dużej grubości blachy - można zastosować kilka mocnych uderzeń;
- w przypadku cienkiej blachy można stosować uderzenia o dużej częstotliwości i bardzo małym skoku, które pozwolą na wykruszenie mikrozłączy, bez deformacji samego detalu.

Wspomniane układy 210–230 mogą pracować seryjnie (jeden po drugim), bądź niezależnie (np. tylko falowanie wzdłużne, bądź tylko wybijanie detali trzpieniem), zależnie od operacji potrzebnych do rozdzielania konkretnego typu detalu od ażuru o wybranej grubości. Dzięki tej elastyczności, istnieje możliwość obsługi szerokiego zakresu grubości blachy i praktycznie nieograniczonego wachlarza kształtów wycinanych detali.

### Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób wytwarzania elementów metalowych, w którym to sposobie pobiera się arkusze blachy, w których wypala się laserowo uprzednio określony wzór, a następnie po wstępnej kontroli jakości oddziela się określone wypalonym wzorem detale od ażuru, po czym segreguje się detale i poddaje się je dalszej obróbce na stanowiskach obróbczych, a gotowe detale poddaje się końcowej kontroli jakości i pakuje do wysyłki, **znamienny tym**, że oddzielanie detali od ażuru prowadzi się na stanowisku (200), na którym podaje się wypaloną blachę na układ (210) wielopoziomowych rolek (211), powodując falowanie blachy w kierunku wzdłużnym w granicach jej plastyczności, następnie podaje się blachę na układ (220) wahająco-wibrujący rolek (221) powodujący falowanie blachy w kierunku poprzecznym w granicach jej plastyczności lub wibrowanie blachy, po czym za pomocą systemu wizyjnego (230) sprawdza się, które mikroślącza pomiędzy detalem a ażurem pozostały nierozzerwane, a następnie za pomocą układu (240) wybijania detali, gdzie za pomocą trzpienia wybijającego (242) zamocowanego przesuwnie na belce (241) poprzecznej do kierunku transportu blachy wykonuje się uderzenia trzpienia o detal, zrywając mikroślącza pomiędzy detalem a ażurem.

## Rysunki

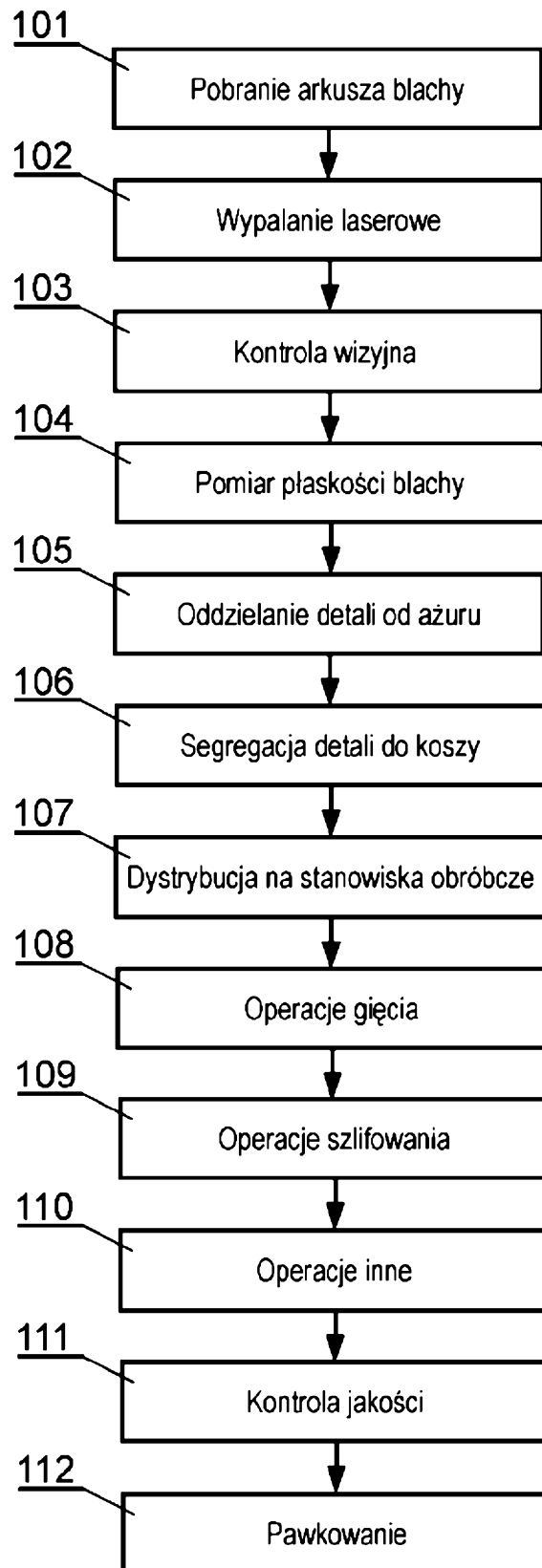


Fig. 1

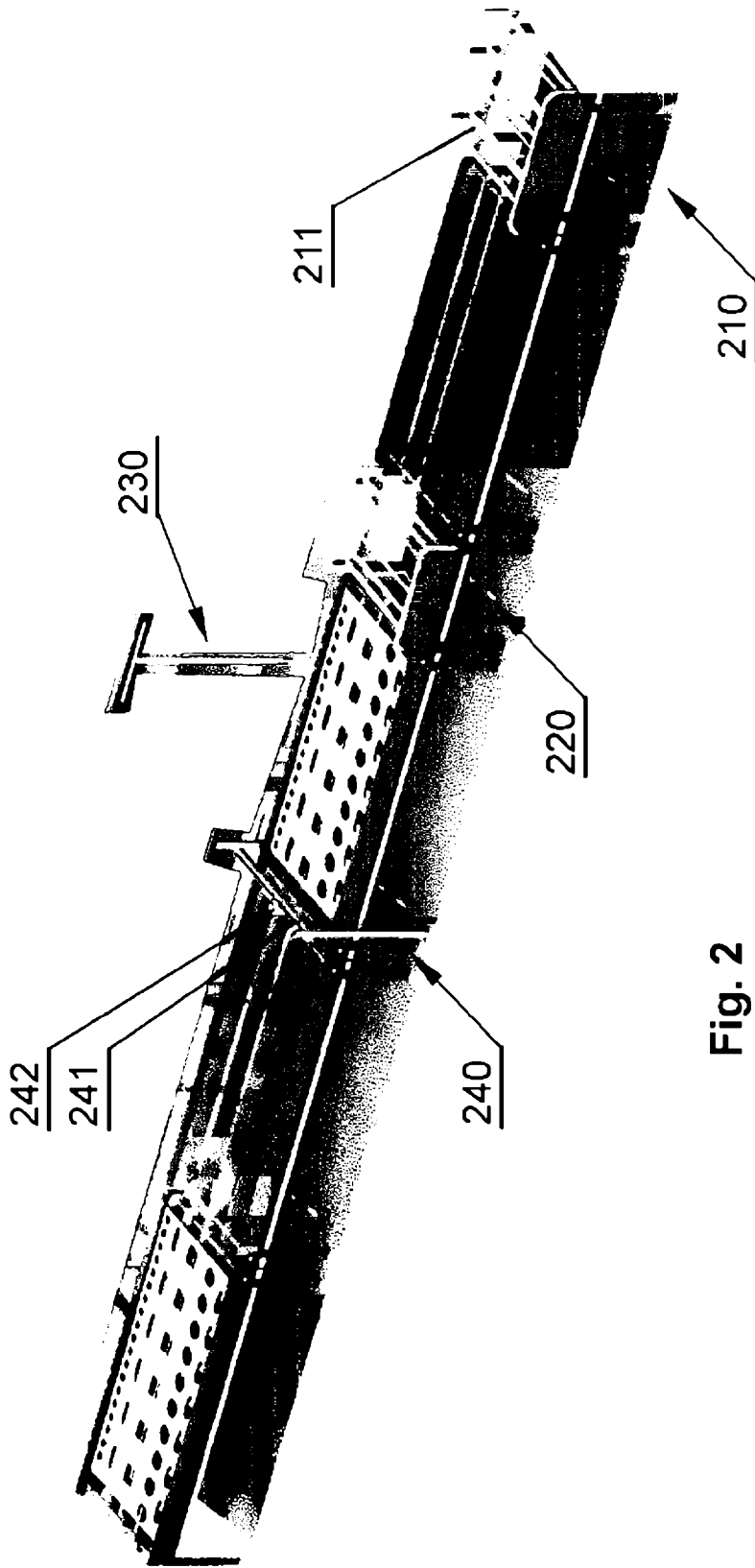
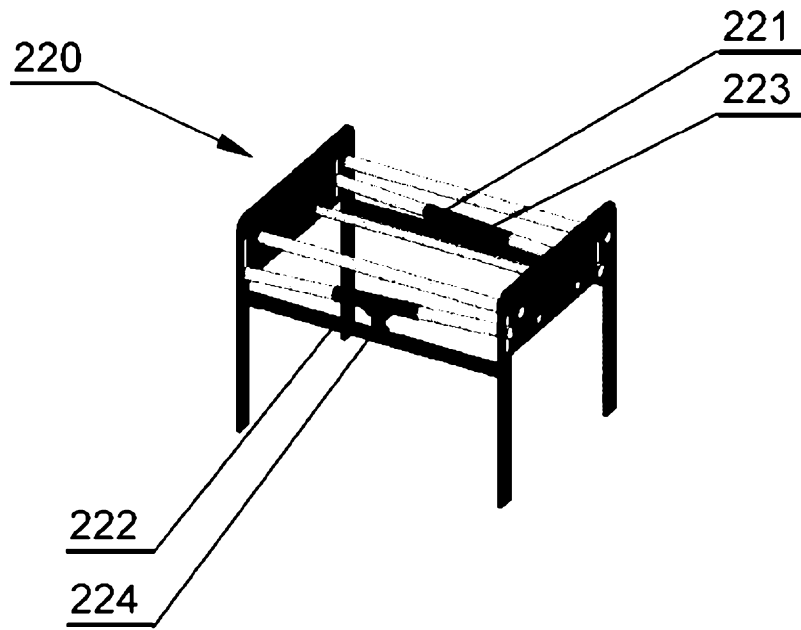


Fig. 2



**Fig. 3**