

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 243387 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **435982**

(22) Data zgłoszenia: **2020.11.17**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.05.23 BUP 21/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.08.21 WUP 34/2023**

(51) MKP:

**B29C 64/209** (2017.01)

- 
- (73) Uprawniony z patentu:  
**ZACHODNIOPOMORSKI UNIWERSYTET  
TECHNOLOGICZNY W SZCZECINIE,  
Szczecin, PL**
- (72) Twórca(-y) wynalazku:  
**MARCIN HOFFMANN, Szczecin, PL  
MIROSŁAW PAJOR, Bezrzecze, PL**
- (74) Pełnomocnik:  
**Monika Wielecka, Szczecin, PL**
- 

(54) Tytuł:

**Głowica do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych**

**PL 243387 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest głowica do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych umożliwiającą wytłaczanie kilku ścieżek nieutwardzonego materiału budowlanego jednocześnie.

Znany jest z amerykańskiego opisu patentowego nr US2016083956 zautomatyzowany system do przyrostowego formowania materiału budowlanego. Konstrukcja wyposażona jest w dyszę wytłaczającą dostosowaną do rodzaju materiału budowlanego. Wytłaczanie materiału budowlanego zasadniczo wykonywane jest w kierunku poziomym. Możliwe jest także nanoszenie materiału budowlanego na powierzchnie boczne już wykonanej konstrukcji za pomocą dwóch dysz ustawionych równolegle do ściany.

Znany jest ze zgłoszenia patentowego WO2008058077 zrobotyzowany system wytwarzania konstrukcji budowlanych techniką przyrostową. System zbudowany jest z robota bramowego o lekkiej konstrukcji oraz układu dostarczania materiału budowlanego do zespołu dysz wytłaczających. System wyposażony jest w wielodyszowy zespół do wytłaczania betonu.

Znany jest z opisów patentowych WO2007050972 i US2010112119 zespół trzech niezależnie pracujących dysz przeznaczony do wytłaczania nieutwardzonego materiału cementowego. Dysze pierwsza i druga wytłaczają oddzielne warstwy konstrukcji, dysza trzecia może wytłaczać warstwę pomiędzy warstwą pierwszą i drugą w postaci linii lub innego wzoru. Istnieje możliwość dołączenia czwartej dyszy, której zadaniem jest wypełnianie materiałem nieutwardzonym przestrzeni pomiędzy warstwami pierwszą, drugą i trzecią. Urządzenie może posiadać różne mechanizmy zmieniające odległość pomiędzy pierwszą i drugą dyszą, co umożliwi wykonywanie elementów o różnej szerokości. Zespół dysz wyposażony jest w wibrujące zawory regulujące przepływ nieutwardzonego materiału przez wylot dyszy.

Znana jest opisów patentowych US2004164436, WO2005070657, US2005196482, US2005196484, US2010318222 głowica z trzema dyszami do wytłaczania nieutwardzonego materiału cementowego. Dysze pierwsza i druga wytłaczają oddzielne warstwy konstrukcji, dysza trzecia może wytłaczać warstwę pomiędzy warstwą pierwszą i drugą. Głowica jest montowana do chwytaka manipulatora, który przemieszcza ją w przestrzeni.

Znane jest z opisu patentowego KR20180085463 urządzenie do wytłaczania betonu o zwiększonej wydajności. Urządzenie zawiera centralną dyszę pionowo wytłaczającą beton oraz dwie dysze boczne wytłaczające materiał wykończeniowy mający prędkość utwardzania większą niż prędkość utwardzania betonu wytłaczanego z centralnej dyszy. Znana jest z opisu patentowego CN206769402 głowica wyposażona w dwie dysze wytłaczające świeży materiał budowlany. Rozstawione w pewnej odległości od siebie dysze umożliwiają jednoczesne formowanie dwóch równoległych ścieżek betonu.

Znany jest z opisu patentowego CN108044764 rozwiązanie dotyczące wielodyszowej drukarki 3D do budynków. Dysze przymocowane są do płyty, której ruch w przestrzeni realizowany jest przez ramię manipulatora o strukturze równoległej.

Znane są z opisów patentowych PL232802, PL232803, PL232804 głowice obrotowe do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych. Do korpusu głowicy zamontowane są ruchome ramiona na końcu, których znajdują się dysze wytłaczające materiał cementowy. Głowica podczas wytłaczania betonu, przez wszystkie dysze, wykonuje ruch obrotowy i ruch liniowy w górę. Tworzone są budowle o strukturze kolumn.

Znany jest z opisu patentowego CN105715052 system do przyrostowego wytwarzania obiektów budowlanych. Maszyna wyposażona jest w głowicę umożliwiającą formowanie zbrojonych ścian przez wytłaczanie betonu z dwóch dysz. Dysze poruszają się równolegle po obu stronach zbrojenia. Beton po wytłoczeniu łączy się z stalą zbrojenia.

Podobne rozwiązanie znane jest również z opisu patentowego KR20180016103. Zbrojone ściany formowane są za pomocą pary przesuwanych płyt prowadzących. Pomiędzy płytami znajduje się zbrojenie i w tę przestrzeń wtłacza się świeży beton z pomocą dwóch dysz. Wysokość płyty prowadzącej odpowiada wysokości kolejnych warstw betonu.

Znane z opisów patentowych CN107685379 i CN207240425 rozwiązania dotyczą dyszy matrycowej przeznaczonej do systemu drukowania 3D z materiałów na bazie cementu. Wytłaczanie materiału cementowego z poszczególnych dysz realizowane jest za pomocą śruby spiralnej. Śruby z kolei napędzane są za pośrednictwem przekładni zębatych za pomocą jednego napędu.

Znana jest opisu wzoru użytkowego CN205326285 głowica do drukarki 3D zawiera wymienne dysze i zespół podajnika materiału cementowego. Wymienne dysze osadzone są w obrotowej karuzeli. Karuzela ustawia wybraną dyszę pod łącznikiem z przewodami podawania materiału cementowego.

Z opisu patentowego WO2016166116 znany jest wynalazek drukarki do betonu, która umożliwia wykonywanie w krótkim czasie elementów i struktur betonowych z włączeniem procesu zbrojenia obróbki powierzchni wierzchniej. Struktura kinematyczna drukarki do betonu posiada strukturę robota bramowego. Urządzenie posiada co najmniej jedną głowicę, która zbudowana jest z co najmniej jednej dyszy do drukowania betonem. Praca poszczególnych dysz sterowana jest niezależnie.

Z opisu patentowego CN109514691 znany jest wynalazek urządzenia do wielopunktowego natryskiwania cementu i maszynę do drukowania 3D wyrobu cementowego. Dzięki wielopunktowemu wytłaczaniu materiału cementowego zwiększona zostaje wydajność drukowania.

Znany jest z opisu patentowego CN109113343 system do kształtowania konturów budynku składający się z bezzałogowych statków powietrznych i umieszczonych na nich głowic drukujących. Opcjonalnie głowica drukująca zawiera główną dyszę wytłaczającą umieszczoną centralnie oraz dwie pomocnicze dysze umieszczone po przeciwnych stronach dyszy głównej.

W artykule M.V. SAVBTSKBI, S.V. SHATOV, O.A. OZHYSHCHEKHO, 3D printing of building objects, Вісник Придніпровської Державної Академії Будівництва та Архітектури (Biuletyn Państwowej Akademii Inżynierii Ładowej i Architektury w Pridneprovsky). 2016, no. 3 (216), str. 18–26 opisano technologię wytwarzania przyrostowego z zastosowaniem materiałów cementowych. Zaproponowano ideę zwiększenia wydajności procesu tworzenia obiektu budowlanego przez użycie głowicy z kilkoma dyszami. Budowa takiej głowicy umożliwiałaby jednoczesne wytłaczanie kilku ścieżek materiału cementowego jedna na drugiej.

W pracy M. Guangchao Ji, Tao Ding, Jianzhuang Xiao, Shupeng Du, Jun Li and Zhenhua Duan, A 3D Printed Ready-Mixed Concrete Power Distribution Substation: Materials and Construction Technology, *Materials* 2019, 12(9), 1540 zaprezentowano głowicę z dwoma tłokami pracującymi na zmianę. Gdy tłok A wytłacza mieszkankę betonową w cylindrze tłoka B przygotowana jest nowa porcja mieszanki. Po wypchnięciu całej mieszanki z cylindra tłoka A następuje jego podniesienia do pozycji wyjściowej, w tym samym czasie tłok B wytłacza kolejną porcję mieszanki. Z kolei w cylindrze tłoka A przygotowana jest kolejna partia świeżego betonu.

Celem wynalazku było opracowanie rozwiązania konstrukcyjnego głowicy, która zwiększy wydajność budowy obiektów budowlanych, a dzięki zastosowanym powiązaniom kinematycznym pomiędzy dyszami, umożliwi wytłaczanie ścieżek ułożonych na sobie bez ich przesunięcia w płaszczyźnie pionowej lub z przesunięciem warstw w płaszczyźnie pionowej.

Głowica do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych, według wynalazku, zawierająca napęd, dysze połączone z elastycznymi przewodami, manipulator, charakteryzuje się tym, że ma co najmniej jedną dodatkową dyszę wytłaczającą wyposażoną we własny napęd, połączoną obrotowo z dyszą bazową za pomocą ramienia z kołem zębatym i przekładnią. Napęd dodatkowej dyszy wytłaczającej zamontowany jest na powierzchni montażowej dyszy bazowej, która połączona jest obrotowo za pomocą trzpienia z końcówką manipulatora. Napęd dyszy bazowej zamontowany jest na powierzchni montażowej manipulatora. Na wale napędu dyszy bazowej osadzone jest koło zębate połączone paskiem zębatym z kołem zębatym dyszy bazowej. Oś dodatkowej dyszy wytłaczającej jest równoległa do osi dyszy bazowej i zorientowana pionowo, a wylot dodatkowej dyszy wytłaczającej jest wyżej od wylotu dyszy bazowej. Wloty dysz połączone są za pomocą elastycznych przewodów z co najmniej jednym zasobnikiem nieutwardzonego materiału budowlanego. Odległość pomiędzy wylotami odpowiada wysokości warstwy, jaka będzie wytłoczona. Podobnie wyloty kolejnych dysz umiejscowione są wyżej by wytłoczyć ścieżkę o określonej wysokości. W rozwiązaniu, w którym głowica ma więcej niż jedną dodatkową dyszę wytłaczającą dla co najmniej dwóch dodatkowych dysz wytłaczających napęd każdej kolejnej dyszy zamontowany jest na powierzchni montażowej zlokalizowanej na poprzedniej dodatkowej dyszy wytłaczającej. Korzystnie na końcach dodatkowych dysz wytłaczających zamocowane są kołnierze ustalające wysokość wytłaczania ścieżek nieutwardzonego materiału budowlanego. Kołnierze zamocowane są do dodatkowych dysz wytłaczających za pomocą śrub. Kołnierze umożliwiają regulację odległości pomiędzy wylotami dodatkowych dysz wytłaczających. Odległości te mogą być takie same lub różne dla poszczególnych dysz. Korzystnie dysza bazowa i dodatkowe dysze wytłaczające mają przekrój kołowy. Korzystnie na dodatkowych dyszach wytłaczających zamocowane są urządzenia umożliwiające regulację położenia kołnierzy, połączone odpowiednio z tymi kołnierzami. Urządzenia te to silniki elektryczne, siłowniki elektryczne, pneumatyczne lub hydrauliczne. Korzystnie do wylotów kołnierzy przymocowane są dysze kształtowe o wylotach o różnej wielkości niż wyloty kołnierzy. Dysze kształtowe mogą być również przymocowane do wylotów dodatkowych dysz wytłaczających i wylotu dyszy bazowej. Dysze kształtowe mają wyloty o różnej wielkości niż wyloty dodatkowych dysz wytłaczających

i wylot dyszy bazowej. Korzystnie osie wylotów dysz kształtowych pokrywają się z osiami dodatkowych dysz wyłaczających i osią dyszy bazowej. Osie wylotów dysz kształtowych mogą być także przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych znajdują się w obrysie dodatkowych dysz wyłaczających i dyszy bazowej, albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych znajdują się poza obrysem dodatkowych dysz wyłaczających i dyszy bazowej.

Inna odmiana głowicy do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych, według wynalazku, zawierająca napęd, dysze połączone z elastycznymi przewodami, manipulator, charakteryzuje się tym, że ma trzy dysze wyłaczające. Dyszę bazową, która jest dyszą środkową umieszczoną pomiędzy pierwszą dodatkową dyszą wyłaczającą i drugą dodatkową dyszą wyłaczającą, połączone obrotowo z dyszą bazową za pomocą ramienia z kołem zębatym i przekładni. Dysza bazowa ma dwie powierzchnie montażowe, na których osadzone są odpowiednio napęd pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej i napęd drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej. Dysza bazowa połączona jest obrotowo za pomocą trzpienia z końcówką manipulatora, zaś napęd dyszy bazowej zamontowany jest na powierzchni montażowej manipulatora. Na wale napędu głowicy bazowej osadzone jest koło zębate połączone paskiem zębatym z kołem zębatym dyszy bazowej. Oś pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej i drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej jest równoległa do osi dyszy bazowej i zorientowana pionowo. Wylot dodatkowej pierwszej dyszy wyłaczającej jest wyżej od wylotu dyszy bazowej, a wylot drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej jest niżej od wylotu dyszy bazowej. Wloty dysz dodatkowych i dyszy bazowej połączone są za pomocą elastycznych przewodów z co najmniej jednym zasobnikiem nieutwardzonego materiału budowlanego. Korzystnie na końcach dodatkowych dysz zamocowane są kołnierze ustalające wysokość wyłaczania ścieżek nieutwardzonego materiału budowlanego. Korzystnie kołnierze zamocowane są do dodatkowych dysz wyłaczających za pomocą śrub. Dysza bazowa i dodatkowe dysze wyłaczające mają przekrój kołowy. Korzystnie na dodatkowych dyszach wyłaczających zamocowane są urządzenia, umożliwiające regulację położenia kołnierzy połączone odpowiednio z tymi kołnierzami. Te urządzenia to silniki elektryczne, siłowniki elektryczne, pneumatyczne lub hydrauliczne. Korzystnie do wylotów kołnierzy przymocowane są dysze kształtowe o wylotach o różnej wielkości niż wyloty kołnierzy. Korzystnie do wylotów dodatkowych dysz wyłaczających i do wylotu dyszy bazowej przymocowane są dysze kształtowe, o wylotach o różnej wielkości niż wyloty dodatkowych dysz wyłaczających i wylot dyszy bazowej. Osie wylotów dysz kształtowych pokrywają się z osiami dodatkowych dysz wyłaczających i osią dyszy bazowej, albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych znajdują się w obrysie dodatkowych dysz wyłaczających i dyszy bazowej, albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych znajdują się poza obrysem dodatkowych dysz wyłaczających i dyszy bazowej.

Zwiększenie liczby dysz zwiększa liczbę ścieżek wyłaczanego materiału jednocześnie, a tym samym zwiększa wydajność formowania struktury. Dzięki opisanym powiązaniom kinematycznym pomiędzy dyszami, możliwe jest wyłaczanie ścieżek ułożonych na sobie bez ich przesunięcia w płaszczyźnie pionowej. Możliwe jest również wyłaczanie ścieżek z przesunięciem warstw w płaszczyźnie pionowej. Wtedy poszczególne dysze poruszają się po własnych zaprojektowanych trajektoriach.

Głowica według wynalazku pozwala na zwiększenie wydajności wyłaczania przez zastosowanie wielu dysz wyłaczających nieutwardzony materiał budowlany, które umożliwiają wyłaczanie kilku ścieżek nieutwardzonego materiału budowlanego jednocześnie. Zastosowanie kołnierzy pozwala na zmianę odległości pomiędzy wylotami sąsiednich dysz. Ustawione odległości są wysokościami wyłaczanych ścieżek, co umożliwia jednoczesne wyłaczanie ścieżek o różnych wysokościach. Rozwiązanie umożliwia także wyłaczanie przez każdą z dysz innego nieutwardzonego materiału budowlanego. W takim przypadku wymagane jest aby każda z dysz była połączona elastycznymi przewodami z odrębnym zbiornikiem nieutwardzonego materiału. Zaletą wynalazku jest także możliwość zmiany średnicy wylotu dysz za pomocą dysz kształtowych. Dobierając odpowiednią średnicę wylotu dyszy oraz regulując przepływ nieutwardzonego materiału budowlanego z zasobnika można uzyskać pożądaną szerokość wyłaczanej ścieżki. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia formowanie elementów obiektu budowlanego o złożonej geometrii np. pionowych ścian prostych i zakrzywionych tj. formowane ścieżki ułożone są na sobie bez przesunięcia w płaszczyźnie pionowej, a także ścian o krzywoliniowej geometrii z uwzględnieniem przesunięcia warstw w płaszczyźnie pionowej; oraz elementów płaskich. Głowica jest montowana do końcówki roboczej manipulatora lub robota bramowego. Zapewnia to przemieszczanie głowicy w przestrzeni.

Urządzenie według wynalazku przedstawione jest w przykładach wykonania i na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat kinematyczny głowicy według wynalazku z przeniesieniem napędów na

dysze za pomocą kół i pasków zębatych oraz kołnierzami na dyszach regulowanymi ręcznie, fig. 2 przedstawia głowicę z trzema dyszami podczas formowania pionowej ściany przez wytłaczanie ścieżek po krzywoliniowej trajektorii (przykład 1), fig. 3 przedstawia głowicę z trzema dyszami w widoku perspektywicznym z rozłożonymi elementami konstrukcyjnymi (przykład 1), fig. 4 przedstawia przykładową budowę dyszy bazowej, fig. 5 przedstawia przykładową budowę dyszy dodatkowej, fig. 6 przedstawia przykładową budowę ostatniej dyszy, fig. 7 przedstawia głowicę z dwoma dyszami zakończonymi kołnierzami podczas wytłaczania przez dysze kształtowe ścieżek o różnej wysokości po krzywoliniowej trajektorii (przykład 2), fig. 8 przedstawia głowicę z dwoma dyszami podczas wytłaczania prostych ścieżek z dwóch materiałów o różnych właściwościach fizyko-chemicznych i różnych wysokościach (przykład 3), fig. 9 przedstawia głowicę z dwoma dyszami podczas wytłaczania prostych ścieżek przesuniętych względem siebie w płaszczyźnie pionowej o wartość „ $\Delta x$ ” (przykład 4), fig. 10 przedstawia głowicę z dwoma dyszami podczas wytłaczania prostych ścieżek przesuniętych względem siebie w płaszczyźnie pionowej o wartość „ $\Delta x$ ” (przykład 4), fig. 11 przedstawia głowicę w widoku z przodu z czterema dyszami ustawionymi w linii i wytłaczającymi równoległe ścieżki formującymi płaski element budowlany (przykład 5), fig. 12 przedstawia głowicę w widoku z tyłu z czterema dyszami ustawionymi w linii i wytłaczającymi równoległe ścieżki formującymi płaski element budowlany (przykład 5), fig. 13 przedstawia schemat kinematyczny głowicy z trzema dyszami gdzie dysza bazowa jest dyszą środkową (przykład 6), fig. 14 przedstawia głowicę z trzema dyszami gdzie dysza bazowa jest dyszą środkową (przykład 6), fig. 15 przedstawia budowę dyszy bazowej gdy pracuje ona jako dysza środkowa (przykład 6).

#### Przykład 1

Głowica składa się z trzech dysz: dyszy bazowej 3 i dwóch dodatkowych dysz wytłaczających (n stanowi 1 i 2): pierwszej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>1</sub> i drugiej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>2</sub>. Oś 21 dyszy bazowej 3, oś 21<sub>1</sub> pierwszej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>1</sub> i oś 21<sub>2</sub> drugiej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>2</sub> podczas pracy są równoległe i zorientowane pionowo. Dysza bazowa 3 przez wlot 22, elastyczne przewody 15 zasilana jest nieutwardzonym materiałem budowlanym 33 ze zbiornika 16. Dodatkowe dysze wytłaczające 1<sub>1</sub> i 1<sub>2</sub> przez wloty 22<sub>1</sub> i 22<sub>2</sub>, elastyczne przewody 15<sub>1</sub> i 15<sub>2</sub> zasilane są nieutwardzonym materiałem budowlanym ze zbiornika 16. Nieutwardzony materiał budowlany wytłaczany jest przez wylot 23 dyszy bazowej 3 i wyloty 23<sub>1</sub> i 23<sub>2</sub> dodatkowych dysz wytłaczających 1<sub>1</sub> i 1<sub>2</sub>, skierowane w dół. Do wylotów 23<sub>1</sub> i 23<sub>2</sub> dodatkowych dysz wytłaczających 1<sub>1</sub> i 1<sub>2</sub> zamontowane są odpowiednio kołnierze 17<sub>1</sub> i 17<sub>2</sub>, które można przesuwając ręcznie wzdłuż osi 21<sub>1</sub> i 21<sub>2</sub> dodatkowych dysz wytłaczających 1<sub>1</sub> i 1<sub>2</sub> i tym samym zmieniać ich długość i regulować wysokość wytłaczanej ścieżki. Kołnierze 17<sub>1</sub> i 17<sub>2</sub> mocowane są do dysz za pomocą śrub 18<sub>1</sub> i 18<sub>2</sub>.

Dysza bazowa 3 połączona jest obrotowo z końcówką manipulatora 9 z pomocą trzpienia 8. Obrót dyszy bazowej 3 realizowany jest za pomocą silnika elektrycznego 10 oraz przekładni z paskiem zębatym 13, koła zębatego 12 oraz koła 14 osadzonego w górnej części dyszy bazowej 3. Silnik elektryczny 10 jest zamontowany na powierzchni montażowej 11 końcówki manipulatora 9. Dodatkowe dysze wytłaczające 1<sub>1</sub> i 1<sub>2</sub> wyposażone są w ramiona 4<sub>1</sub> i 4<sub>2</sub> z kołami zębatymi 5<sub>1</sub> i 5<sub>2</sub>. Dodatkowa dysza 1<sub>1</sub> jest połączona obrotowo z dyszą bazową 3 za pomocą ramienia 4<sub>1</sub>. Obrót dodatkowej dyszy 1<sub>1</sub> wykonywany jest za pomocą silnika elektrycznego 2<sub>1</sub> oraz przekładni z paskiem zębatym 6<sub>1</sub> oraz koła zębatego 5<sub>1</sub> osadzonego na ramieniu 4<sub>1</sub>. Silnik elektryczny 2<sub>1</sub> jest zamontowany na powierzchni montażowej 7 dyszy bazowej 3. Z kolei druga dodatkowa dysza 1<sub>2</sub> jest połączona obrotowo z pierwszą dodatkową dyszą wytłaczającą 1<sub>1</sub> za pomocą ramienia 4<sub>2</sub>. Obrót drugiej dodatkowej dyszy 1<sub>2</sub> wykonywany jest za pomocą silnika elektrycznego 2<sub>2</sub> oraz przekładni z paskiem zębatym 6<sub>2</sub> oraz koła zębatego 5<sub>2</sub> osadzonego na ramieniu 4<sub>2</sub>. Silnik elektryczny 2<sub>2</sub> jest zamontowany na powierzchni montażowej 7<sub>1</sub> pierwszej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>1</sub>.

Do wlotu 22 dyszy bazowej 3, wlotu 22<sub>1</sub> pierwszej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>1</sub> oraz do wlotu 22<sub>2</sub> drugiej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>2</sub> podłączone są odpowiednio elastyczne przewody 15, 15<sub>1</sub>, 15<sub>2</sub>, zasilające dysze jednym rodzajem nieutwardzonego materiału budowlanego. Elastyczne właściwości przewodów umożliwiają wykonywanie ruchu obrotowego dodatkowych dysz wytłaczających 1<sub>1</sub> i 1<sub>2</sub>. Złącze 24 łączy elastyczne przewody 15, 15<sub>1</sub>, 15<sub>2</sub> z zbiornikiem 16 nieutwardzonego materiału cementowego 33. Podczas wytłaczania nieutwardzonego materiału cementowego 33 dysza bazowa 3 układa pierwszą dolną ścieżkę wzdłuż trajektorii realizowanej przez manipulator 9. Pierwsza dodatkowa dysza wytłaczająca 1<sub>1</sub> wytłacza kolejną ścieżkę materiału na ścieżce ułożonej przez dyszę bazową 3. Wytłaczanie materiału z pierwszej dodatkowej dyszy wytłaczającej 1<sub>1</sub> jest realizowane po tej samej tra-

jektorii, po której porusza się dysza bazowa 3, lecz z przesunięciem równym długości ramienia łączącego obie dysze. Silnik elektryczny 2<sub>1</sub> pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub> umożliwia jej obrót wokół dyszy bazowej 3 i realizację odpowiedniej trajektorii ruch.

W przykładzie 1 pokazano głowicę formującą pionową zakrzywioną ścianę 26 przez wyłaczanie trzech ścieżek nieutwardzonego materiału cementowego jednocześnie. Wszystkie wyłaczane ścieżki 30 posiadają te same parametry geometryczne tj. wysokość i szerokość.

#### Przykład 2

Głowica składa się z dwóch dysz: dyszy bazowej 3 i dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub> (n stanowi 1). Głowica działa na tej samej zasadzie jak w przykładzie pierwszym, z tym, że do wylotu 23 dyszy bazowej 3 zamontowano dyszę kształtową 20, a do wylotu 23<sub>1</sub> dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub> przy mocowano za pomocą śrub 18 kołnierz 17<sub>1</sub>, do którego zamontowano dyszę kształtową 20<sub>1</sub> o mniejszej średnicy wylotu niż średnice wylotu 23 i 23<sub>1</sub>. Dysza bazowa 3 wyłacza krzywoliniową ścieżkę 30 o wysokości „h<sub>1</sub>”, natomiast kołnierz 17<sub>1</sub> jest tak ustawiony, że dodatkowa dysza wyłaczająca 1<sub>1</sub> wyłacza krzywoliniową ścieżkę 31 o wysokości „h<sub>2</sub>”, gdzie „h<sub>1</sub>” < „h<sub>2</sub>”. Do wlotu 22 dyszy bazowej 3 i wlotu 22<sub>1</sub> dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub> podłączone są odpowiednio elastyczne przewody 15 i 15<sub>1</sub>, którymi transportowany jest nieutwardzony materiał cementowy 33 ze zbiornika 16. W przykładzie drugim pokazano głowicę formującą pionową zakrzywioną ścianę 26 przez wyłaczanie dwóch ścieżek 30 nieutwardzonego materiału budowlanego 33 jednocześnie.

#### Przykład 3

Głowica jak w przykładzie drugim, z tym, że dysza bazowa 3 wyłacza prostą ścieżkę 30 o wysokości „h<sub>1</sub>”, natomiast kołnierz 17<sub>1</sub> jest tak ustawiony, że dodatkowa dysza wyłaczająca 1<sub>1</sub> wyłacza prostą ścieżkę 32 o wysokości „h<sub>2</sub>” („h<sub>1</sub>” < „h<sub>2</sub>”). Dysza bazowa 3 i dodatkowa dysza wyłaczająca 1<sub>1</sub> wyłaczają nieutwardzony materiał budowlany o różnych właściwościach fizyko-chemicznych odpowiednio 33 i 34 ze zbiornika 16. Dysze wyłaczają ścieżki są jedna na drugiej bez przesunięcia w płaszczyźnie pionowej, formując prostą pionową ścianę 27.

#### Przykład 4

Głowica jak w przykładzie trzecim, z tym, że obrót dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub> wykonywany jest za pomocą silnika elektrycznego 2<sub>1</sub> oraz przekładni zębatej składającej się z kół 5 oraz koła 5<sub>1</sub> osadzonym na ramieniu 4<sub>1</sub>. Z dyszy bazowej 3 i dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub> wyłaczane są proste ścieżki 30 o tej samej wysokości, jednakże dodatkowa dysza wyłaczająca 1<sub>1</sub> wyłacza ścieżkę przesuniętą w płaszczyźnie pionowej o wartość „Δx”. Formowana jest struktura 28 z jednego rodzaju nieutwardzonego materiału budowlanego 33 znajdującego się w zbiorniku 16.

#### Przykład 5

Głowica składa się z czterech dysz: dyszy bazowej 3, pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub>, drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>2</sub> i trzeciej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>3</sub> (n stanowi 1, 2 i 3). Głowica działa na tej samej zasadzie jak w przykładzie pierwszym, z tym, że druga dodatkowa dysza wyłaczająca 1<sub>2</sub> posiada powierzchnię montażową 7<sub>2</sub> na której osadzony jest silnik elektryczny 2<sub>3</sub>. Silnik 2<sub>3</sub>, za pośrednictwem przekładni składającej się z paska zębatego 6<sub>3</sub> oraz koła zębatego 5<sub>3</sub> osadzonego na ramieniu 4<sub>3</sub>, realizuje obrót trzeciej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>3</sub>. Oś 21<sub>3</sub> trzeciej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>3</sub> podczas obrotu jest równoległa do osi pozostałych dysz. U wylotu 23<sub>1</sub> pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub>, wylotu 23<sub>2</sub> drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>2</sub> i wylotu 23<sub>3</sub> trzeciej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>3</sub> zamontowane są, za pomocą śrub 18, odpowiednio kołnierze 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub> i 17<sub>3</sub>. Wysunięcie kołnierzy realizowane jest za pomocą siłowników elektrycznych 19<sub>1</sub>, 19<sub>2</sub> oraz 19<sub>3</sub>, które połączone są z kołnierzami odpowiednio 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub> i 17<sub>3</sub>. Siłowniki 19<sub>1</sub>, 19<sub>2</sub> oraz 19<sub>3</sub>, po dwa na każdy kołnierz, zamontowane są do korpusów dysz: pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>1</sub>, drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>2</sub> i trzeciej dodatkowej dyszy wyłaczającej 1<sub>3</sub>. W przykładzie tym kołnierze 17<sub>1</sub>, 17<sub>2</sub> i 17<sub>3</sub> są ustawione w takich położeniach, że dysze są równych długości. Wyloty wszystkich dysz są ustawione w jednej linii. Taka konfiguracja urządzenia umożliwia wyłaczanie równoległych ścieżek 30 o takich samych wysokościach i formowanie płaskich elementów budowlanych 29.

#### Przykład 6

Głowica jak w przykładzie pierwszym składa się z trzech dysz, z tym, że dysza bazowa 3 jest dyszą środkową (n stanowi 1 i 2). Dysza bazowa 3 wyposażona jest w powierzchnie montażowe 25<sub>1</sub> i 25<sub>2</sub> do osadzenia silników elektrycznych 2<sub>1</sub> i 2<sub>2</sub>, których zadaniem jest obrót odpowiednio pierwszej

dotychczasowej dyszy wytłaczającej 1<sub>1</sub> i drugiej dotychczasowej dyszy wytłaczającej 1<sub>2</sub> wokół osi 21 dyszy bazowej 3. Pierwsza dotychczasowa dysza wytłaczająca 1<sub>1</sub>, z której wytłaczana jest pierwsza ścieżka nieutwardzonego materiału budowlanego.

Z głowicy można wytłaczać ścieżki 30 i stałej wysokości, gdyż u wylotów dysz nie ma zamontowanych kołnierzy do regulacji wysokości wytłaczanych ścieżek. W przykładzie pokazano formowanie struktury w postaci pionowej zakrzywionej ściany 26.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Głowica do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych, zawierająca napęd, dysze połączone z elastycznymi przewodami, manipulator, **znamienna tym**, że ma co najmniej jedną dodatkową dyszę wytłaczającą (1<sub>n</sub>) wyposażoną we własny napęd (2<sub>n</sub>), połączoną obrotowo z dyszą bazową (3) za pomocą ramienia (4<sub>n</sub>) z kołem zębatym (5<sub>n</sub>) i przekładni (6<sub>n</sub>), przy czym napęd (2<sub>n</sub>) zamontowany jest na powierzchni montażowej (7) dyszy bazowej (3), która połączona jest obrotowo za pomocą trzpienia (8) z końcówką manipulatora (9), zaś napęd (10) dyszy bazowej (3) zamontowany jest na powierzchni montażowej (11) manipulatora (9), a na wale napędu (10) osadzone jest koło zębate (12) połączone paskiem zębatym (13) z kołem zębatym (14) dyszy bazowej (3), przy czym oś dodatkowej dyszy wytłaczającej (1<sub>n</sub>) jest równoległa do osi dyszy bazowej (3) i zorientowana pionowo, a wylot dodatkowej dyszy wytłaczającej (1<sub>n</sub>) jest wyżej od wylotu dyszy bazowej (3), zaś wloty dysz połączone są za pomocą elastycznych przewodów (15<sub>n</sub>) z co najmniej jednym zasobnikiem (16) nieutwardzonego materiału budowlanego (33).
2. Głowica według zastrz. 1, **znamienna tym**, że dla co najmniej dwóch dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) napęd (2<sub>n</sub>) każdej kolejnej dodatkowej dyszy wytłaczającej (1<sub>n</sub>) zamontowany jest na powierzchni montażowej (7<sub>n</sub>) zlokalizowanej na poprzedniej dodatkowej dyszy wytłaczającej (1<sub>n-1</sub>).
3. Głowica według zastrz. 1, **znamienna tym**, że na końcach dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) zamocowane są kołnierze (17<sub>n</sub>) ustalające wysokość wytłaczania ścieżek nieutwardzonego materiału budowlanego.
4. Głowica według zastrz. 3, **znamienna tym**, że kołnierze (17<sub>n</sub>) zamocowane są do dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) za pomocą śrub (18<sub>n</sub>).
5. Głowica według zastrz. 1, **znamienna tym**, że dysza bazowa (3) i dodatkowe dysze wytłaczające (1<sub>n</sub>), mają przekrój kołowy.
6. Głowica według zastrz. 1 albo 3, **znamienna tym**, że na dodatkowych dyszach wytłaczających (1<sub>n</sub>) zamocowane są urządzenia (19), umożliwiające regulację położenia kołnierzy (17<sub>n</sub>) połączone odpowiednio z tymi kołnierzami (17<sub>n</sub>).
7. Głowica według zastrz. 6, **znamienna tym**, że urządzenia (19) to silniki elektryczne, siłowniki elektryczne, pneumatyczne lub hydrauliczne.
8. Głowica według zastrz. 3, **znamienna tym**, że do wylotów kołnierzy (17<sub>n</sub>) przymocowane są dysze kształtowe (20<sub>n</sub>), o wylotach o różnej wielkości niż wyloty kołnierzy (17<sub>n</sub>).
9. Głowica według zastrz. 1 albo 2, **znamienna tym**, że do wylotów dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) i wylotu dyszy bazowej (3) przymocowane są dysze kształtowe (20<sub>n</sub>), o wylotach o różnej wielkości niż wyloty dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) i wylot dyszy bazowej (3).
10. Głowica według zastrz. 8 albo 9, **znamienna tym**, że osie wylotów dysz kształtowych (20<sub>n</sub>) pokrywają się z osiami dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) i osią dyszy bazowej (3), albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych (20<sub>n</sub>) znajdują się w obrysie dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) i dyszy bazowej (3), albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych (20<sub>n</sub>) znajdują się poza obrysem dodatkowych dysz wytłaczających (1<sub>n</sub>) i dyszy bazowej (3).
11. Głowica do przyrostowego formowania konstrukcji budowlanych, zawierająca napęd, dysze połączone z elastycznymi przewodami, manipulator, **znamienna tym**, że ma dyszę bazową (3), która jest dyszą środkową umieszczoną pomiędzy pierwszą dodatkową dyszą wytłaczającą (1<sub>1</sub>) i drugą dodatkową dyszą wytłaczającą (1<sub>2</sub>), połączone obrotowo z dyszą bazową (3) za pomocą ramienia (4) z kołem zębatym (5) i przekładni (6), przy czym dysza bazowa (3) ma dwie powierzchnie montażowe (25<sub>1</sub>) i (25<sub>2</sub>), na których osadzone są odpowiednio napęd (2<sub>1</sub>)

- pierwszej dodatkowej dyszy wyłaczającej (1<sub>1</sub>) i napęd (2<sub>2</sub>) drugiej dodatkowej dyszy wyłaczającej (1<sub>2</sub>) i dysza bazowa (3) połączona jest obrotowo za pomocą trzpienia (8) z końcówką manipulatora (9), zaś napęd (10) dyszy bazowej (3) zamontowany jest na powierzchni montażowej (11) manipulatora (9), a na wale napędu (10) osadzone jest koło zębate (12) połączone paskiem zębatym (13) z kołem zębatym (14) dyszy bazowej (3), przy czym oś dodatkowej dyszy wyłaczającej (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) jest równoległa do osi dyszy bazowej (3) i zorientowana pionowo, a wylot dodatkowej dyszy wyłaczającej (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) jest wyżej od wylotu dyszy bazowej (3), zaś wloty dysz połączone są za pomocą elastycznych przewodów (15) z co najmniej jednym zasobnikiem (16) nieutwardzonego materiału budowlanego (33),
12. Głowica według zastrz. 11, **znamienna tym**, że na końcach dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) zamocowane są kołnierze (17<sub>1</sub>) i (17<sub>2</sub>) ustalające wysokość wyłaczania ścieżek nieutwardzonego materiału budowlanego (33).
  13. Głowica według zastrz. 11, **znamienna tym**, że kołnierze (17<sub>1</sub>) i (17<sub>2</sub>) zamocowane są do dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) za pomocą śrub (18).
  14. Głowica według zastrz. 11, **znamienna tym**, że dysza bazowa (3) i dodatkowe dysze wyłaczające (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>), mają przekrój kołowy.
  15. Głowica według zastrz. 11 albo 12, **znamienna tym**, że na dodatkowych dyszach wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) zamocowane są urządzenia (19), umożliwiające regulację położenia kołnierzy (17<sub>1</sub>) i (17<sub>2</sub>) połączone odpowiednio z tymi kołnierzami (17<sub>1</sub>) i (17<sub>2</sub>).
  16. Głowica według zastrz. 15, **znamienna tym**, że urządzenia (19) to silniki elektryczne, siłowniki elektryczne, pneumatyczne lub hydrauliczne.
  17. Głowica według zastrz. 12, **znamienna tym**, że do wylotów kołnierzy (17<sub>1</sub>) i (17<sub>2</sub>) przymocowane są dysze kształtowe (20<sub>1</sub>) i (20<sub>2</sub>), o wylotach o różnej wielkości niż wyloty kołnierzy (17<sub>1</sub>) i (17<sub>2</sub>).
  18. Głowica według zastrz. 11 albo 12, **znamienna tym**, że do wylotów dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) i wylotu dyszy bazowej (3) przymocowane są dysze kształtowe (20), (20<sub>1</sub>) i (20<sub>2</sub>), o wylotach o różnej wielkości niż wyloty dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) i wylot dyszy bazowej (3).
  19. Głowica według zastrz. 17 albo 18, **znamienna tym**, że osie wylotów dysz kształtowych (20), (20<sub>1</sub>) i (20<sub>2</sub>) pokrywają się z osiami dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) i osią dyszy bazowej (3), albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych (20), (20<sub>1</sub>) i (20<sub>2</sub>) znajdują się w obrysie dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) i dyszy bazowej (3), albo są przesunięte w bok, a wyloty dysz kształtowych (20), (20<sub>1</sub>) i (20<sub>2</sub>) znajdują się poza obrysem dodatkowych dysz wyłaczających (1<sub>1</sub>) i (1<sub>2</sub>) i dyszy bazowej (3).

Rysunki

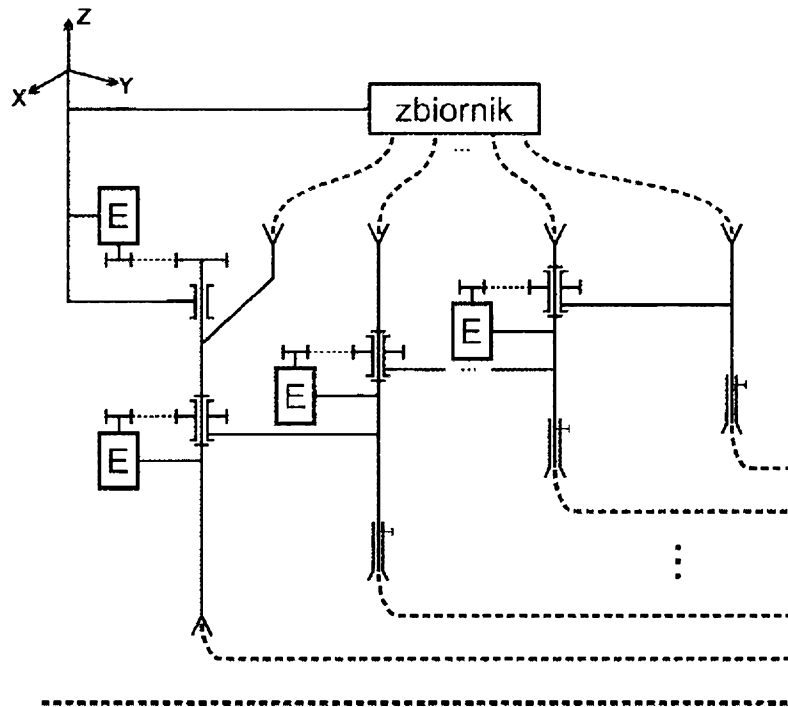


Fig.1

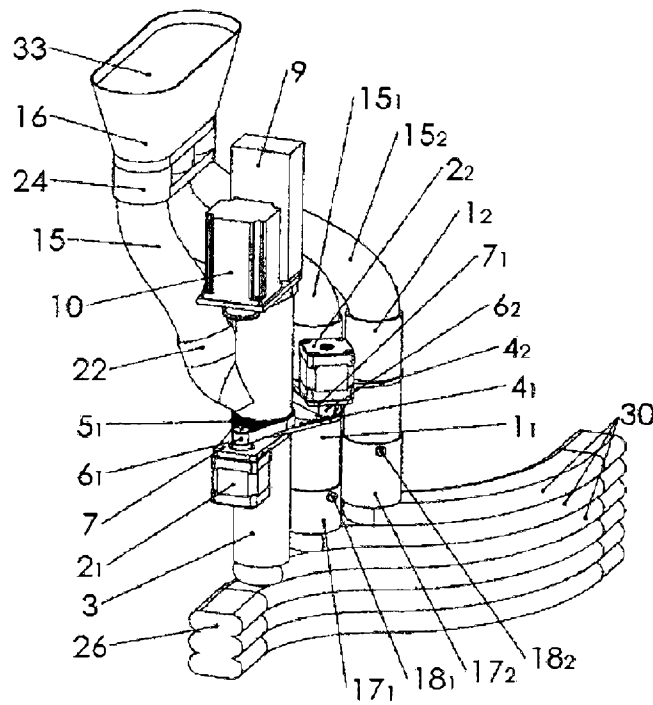


Fig.2

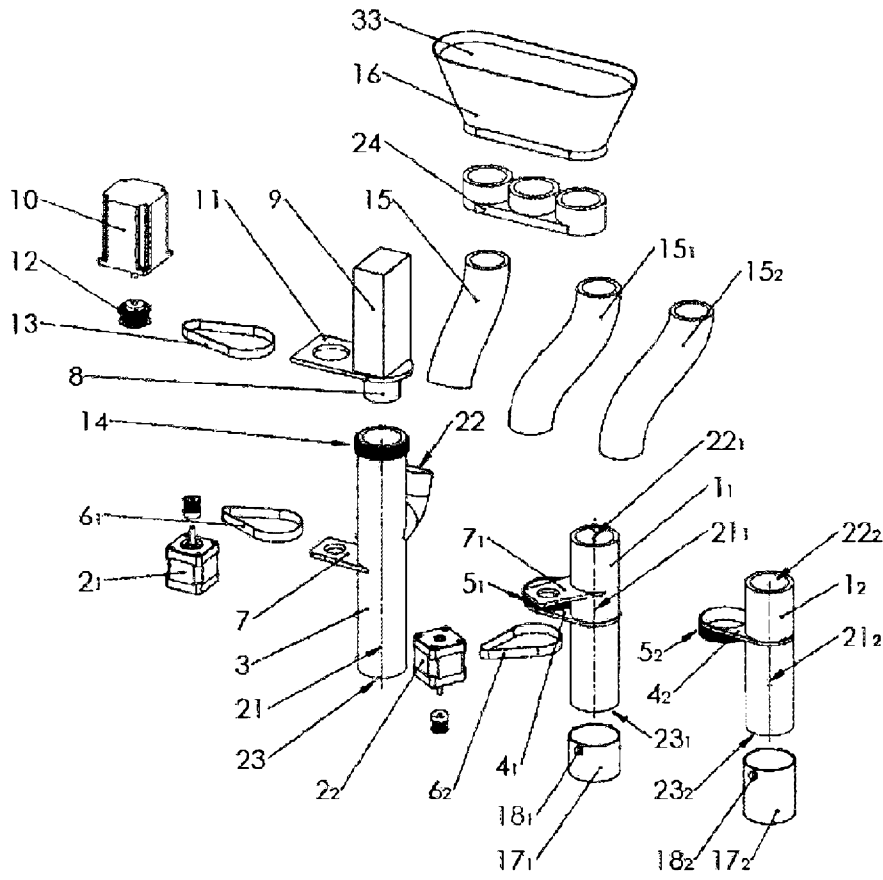


Fig. 3

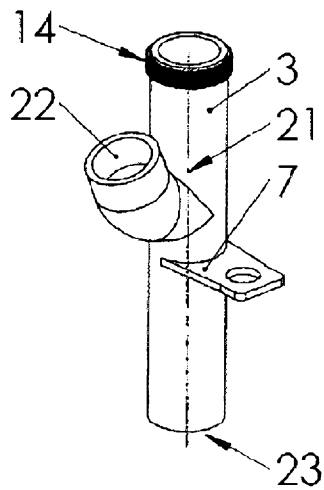


Fig. 4

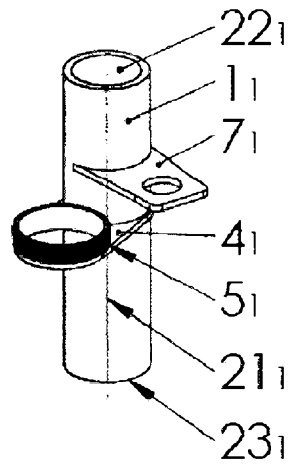


Fig. 5

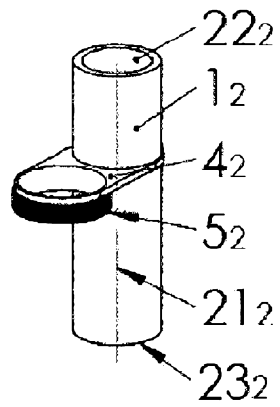


Fig. 6

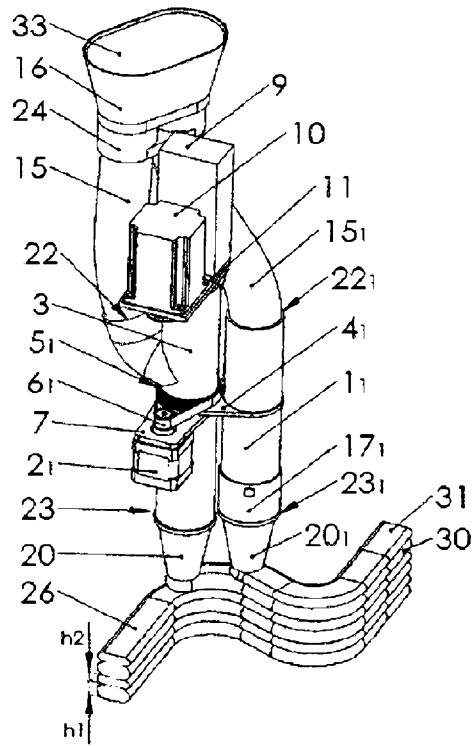


Fig. 7

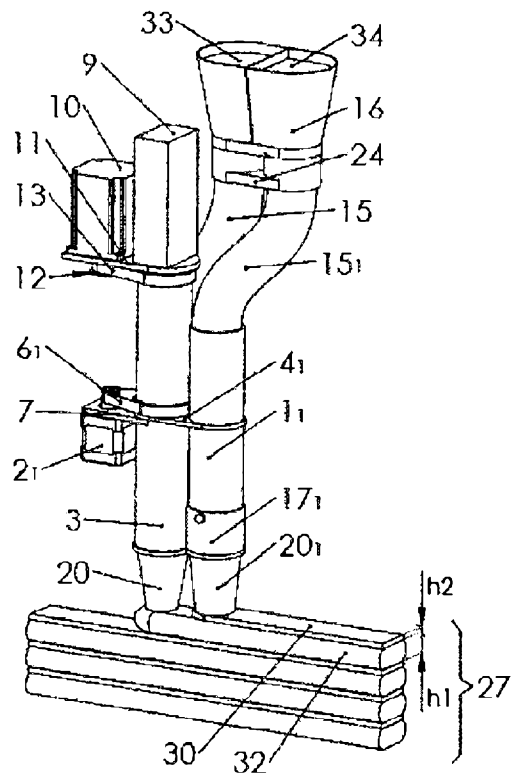


Fig. 8

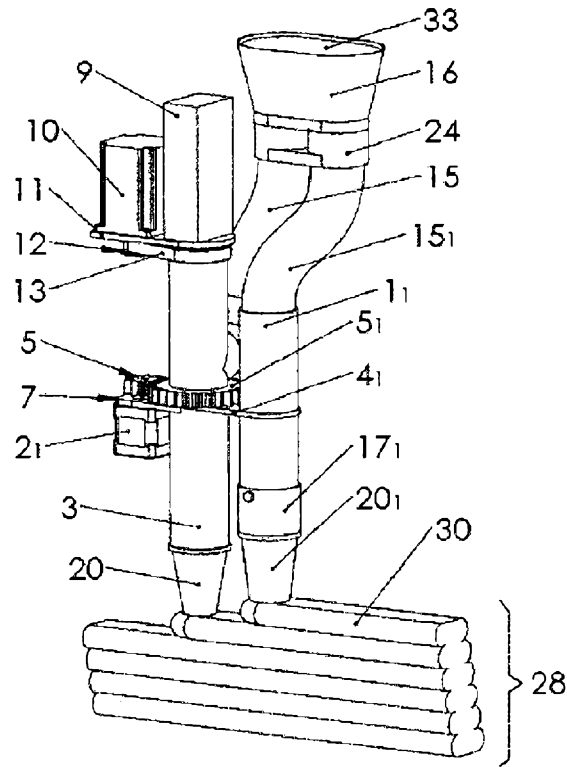


Fig.9

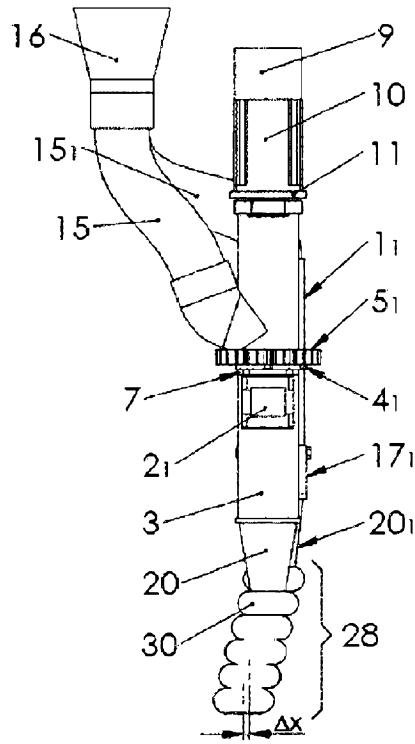


Fig.10

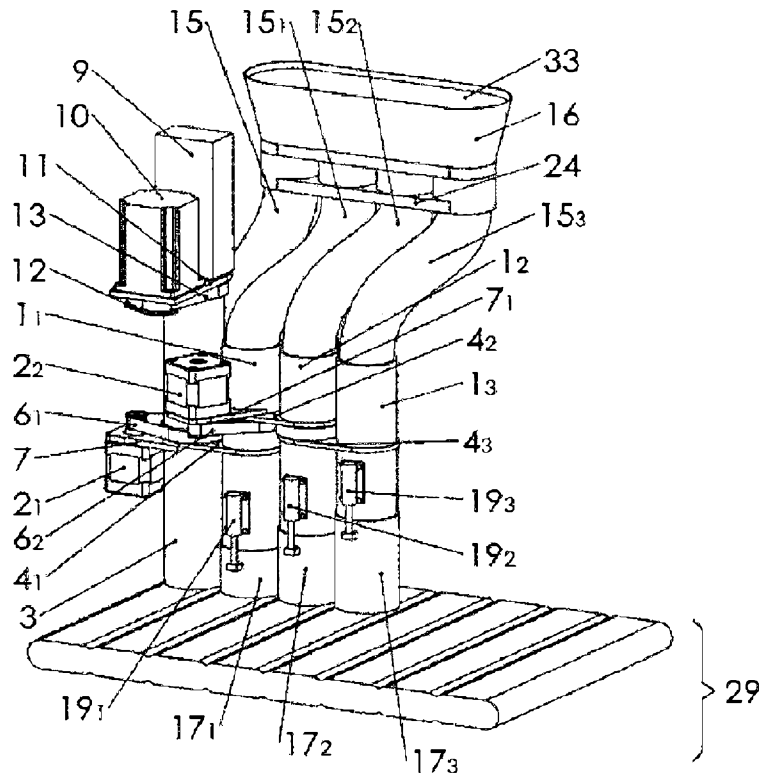


Fig.11

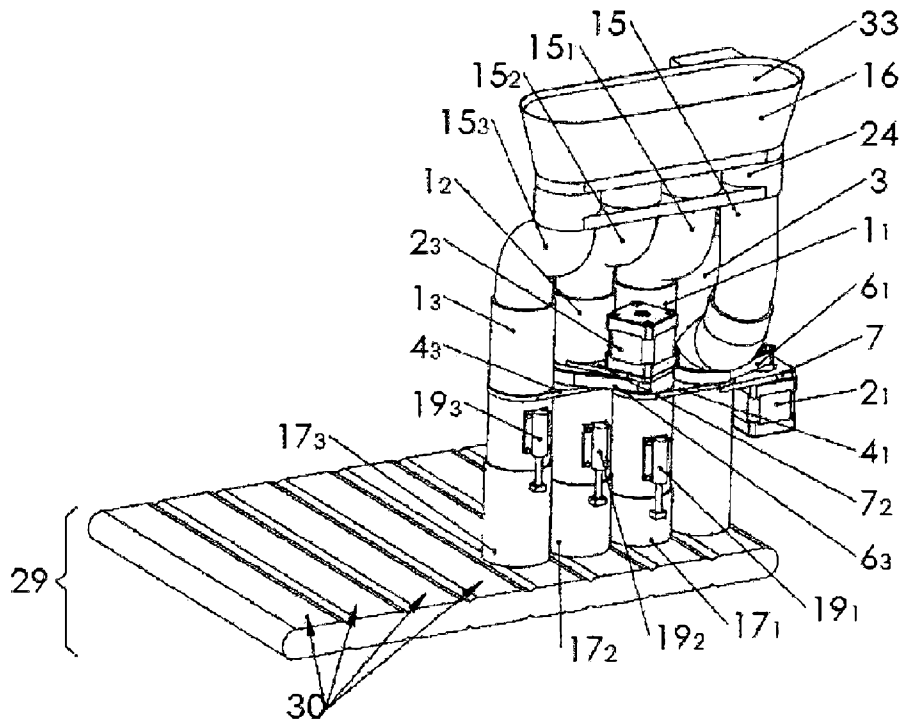


Fig.12

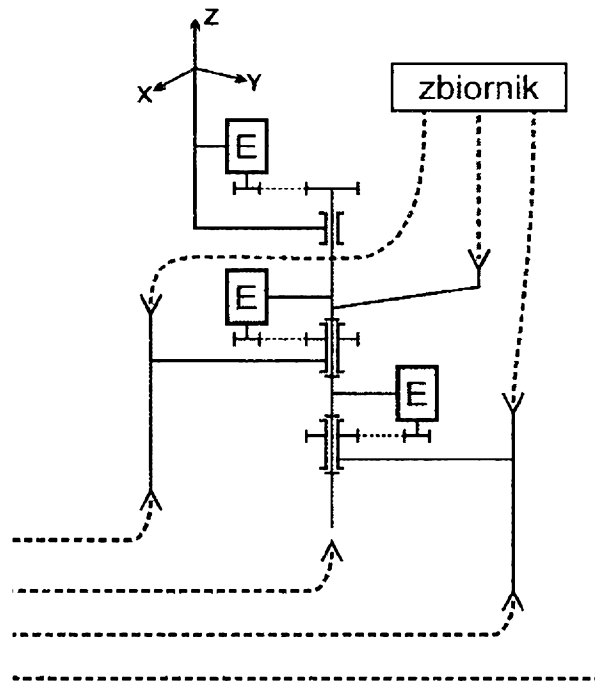


Fig.13

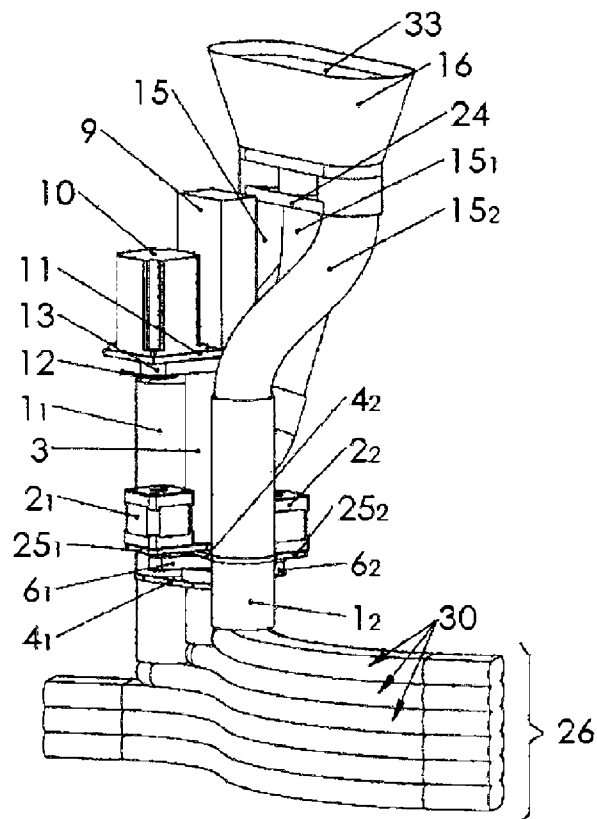


Fig.14

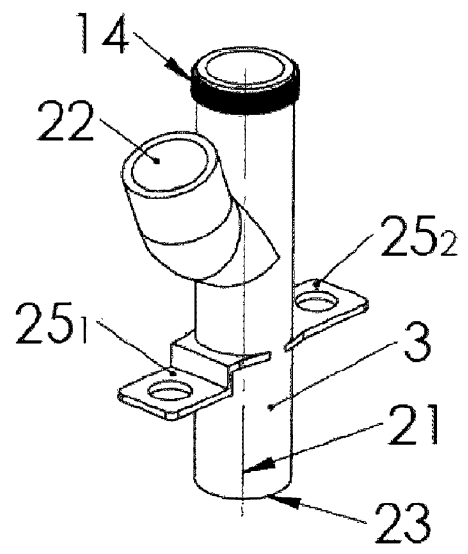


Fig.15