

Микроглушители аэродинамического шума, - как часть робототехнических систем в производственных комплексах фотолитографии, с элементами искусственного интеллекта и искусственных нейронных сетей

Как известно, для прочного удержания захваченного предмета, аэродинамическими захватами в составе гибких автоматических производственных комплексов фотолитографии требуется достаточно высокое давление воздуха, порой достигающее нескольких атмосфер.

В связи с этим возникают определённые сложности, а именно объединить такие захваты в цепочку уже не представляется возможным, так как давление на дальнем от входа конце такой цепочки неминуемо упадёт. Следовательно, поддерживать нужно давление нужно непосредственно на одиночном захвате. А значит, нужно куда-то деть излишки подаваемого воздуха. И в таком случае, незаменимую роль играют глушители аэродинамического шума.

Глушители аэродинамического шума

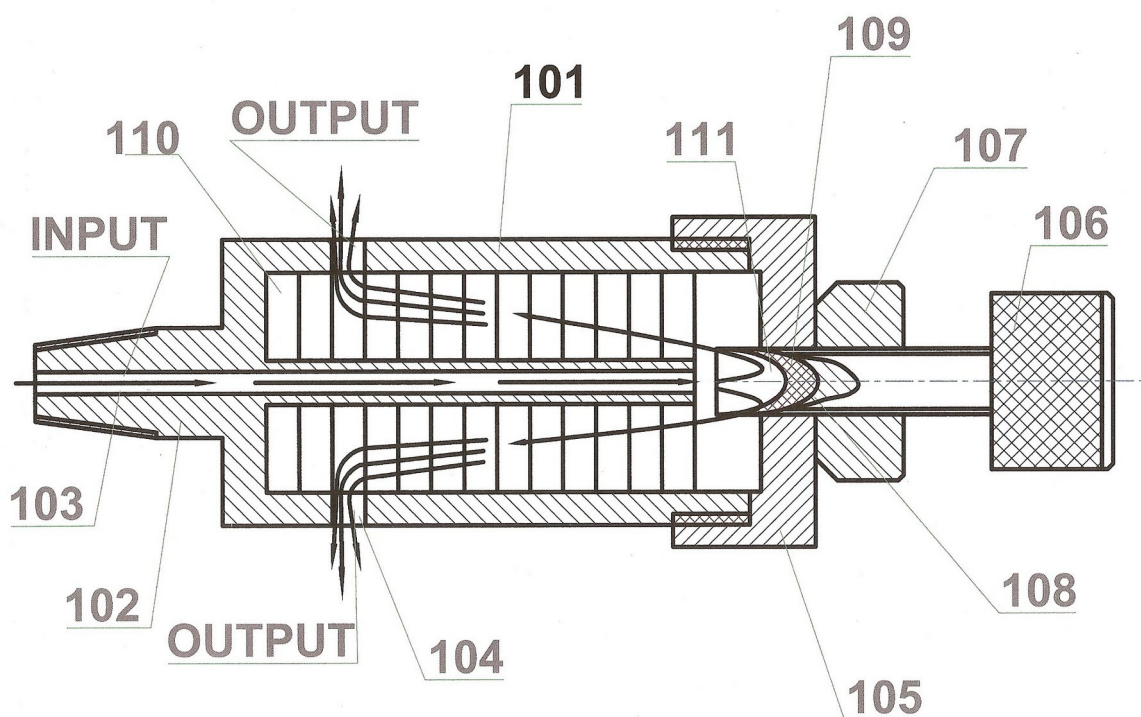


Рисунок 16 , - на фигуре показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки

Цифрами на фигуре обозначены :

- 101 корпус глушителя
- 102 штуцер для входящего потока
- 103 входное отверстие
- 104 внешняя камера глушителя
- 105 задняя стенка глушителя
- 106 регулирующий винт
- 107 фиксирующая гайка
- 108 основание для крепления отражателя
- 109 шум-поглощающий отражатель
- 110 фильтрующий элемент
- 111 направляющий конус

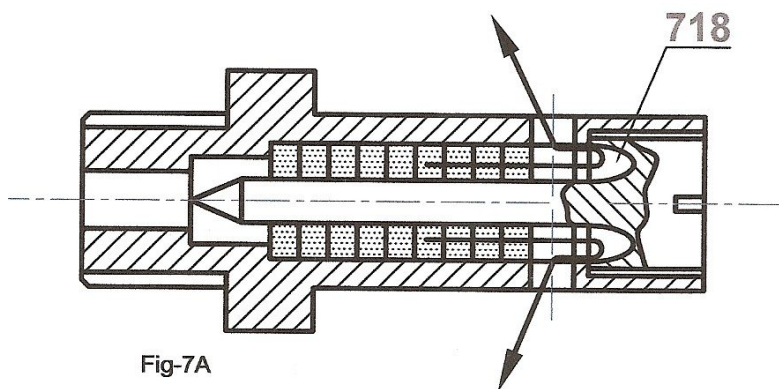


Fig-7A

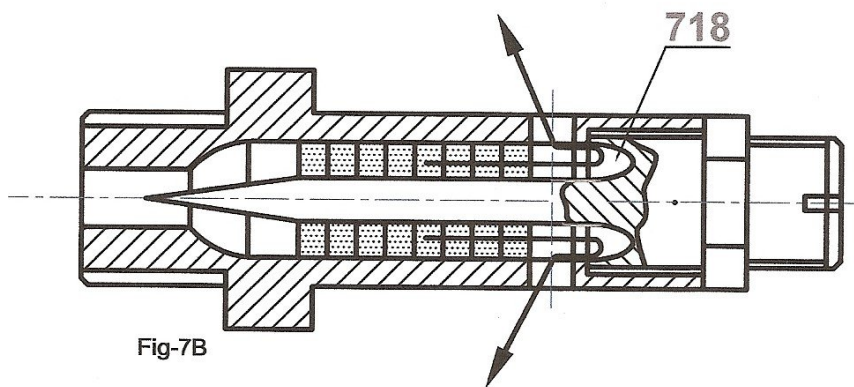


Fig-7B

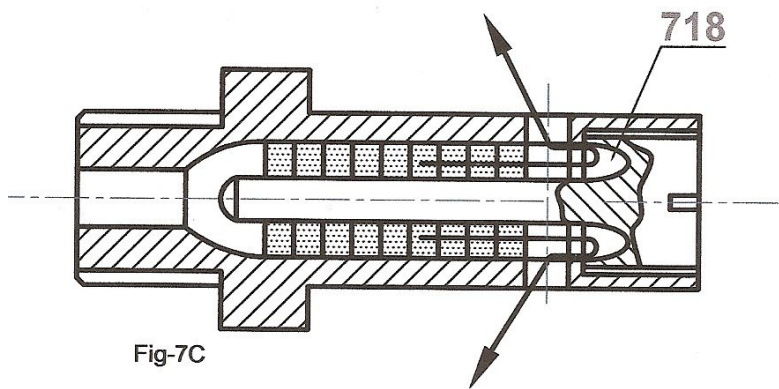


Fig-7C

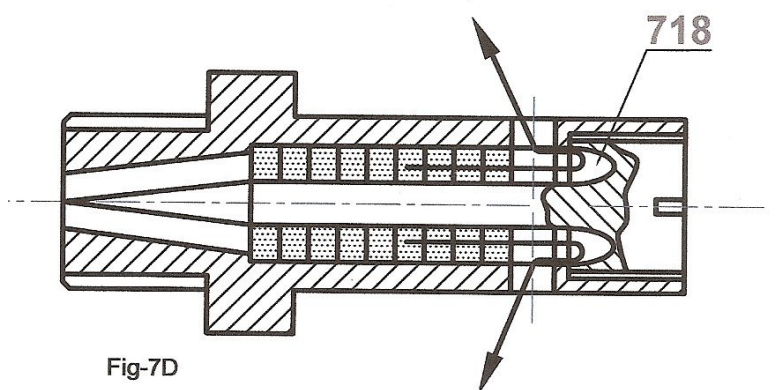


Fig-7D

Fin-7

Рисунок 7, - на фигуре показаны в осевом сечении микро – глушители аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки и с разными вариантами дизайна внутренних рабочих полостей и каналов

Цифрами на фигуре обозначены :

718, - специальный тороидальный канал , предназначенный для полного разворота потоков сжатого воздуха перед выводом их из активной зоны глушителя

Фигура 7А

Цифрами на фигуре обозначены :

718, - специальный тороидальный канал , предназначенный для полного разворота потоков сжатого воздуха перед выводом их из активной зоны глушителя

Фигура 7В

Цифрами на фигуре обозначены :

718, - специальный тороидальный канал , предназначенный для полного разворота потоков сжатого воздуха перед выводом их из активной зоны глушителя

Фигура 7С

Цифрами на фигуре обозначены :

718, - специальный тороидальный канал , предназначенный для полного разворота потоков сжатого воздуха перед выводом их из активной зоны глушителя

Фигура 7D

Цифрами на фигуре обозначены :

718, - специальный тороидальный канал , предназначенный для полного разворота потоков сжатого воздуха перед выводом их из активной зоны глушителя

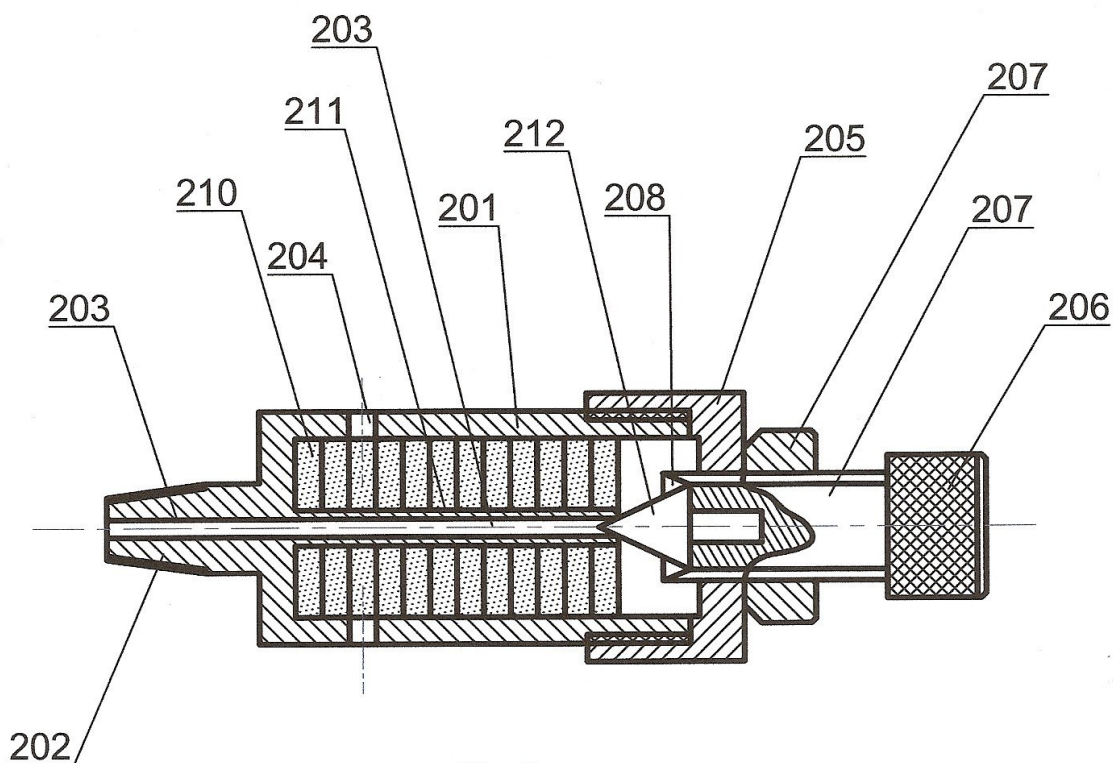


Fig.2

Figure 2 , - на рисунке показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с двойной системой

разворота потоков сжатого воздуха , - на входе и на выводе , после фильтрации

Цифрами на фигуре обозначены :

- 201 корпус глушителя
- 202 входной штуцер
- 203 входная труба
- 204 внешняя стенка камеры глушителя
- 205 задняя стенка глушителя
- 206 регулировочный винт
- 207 фиксирующая гайка
- 208 основание для крепления отражателя
- 210 фильтрующие элементы
- 211 входная труба

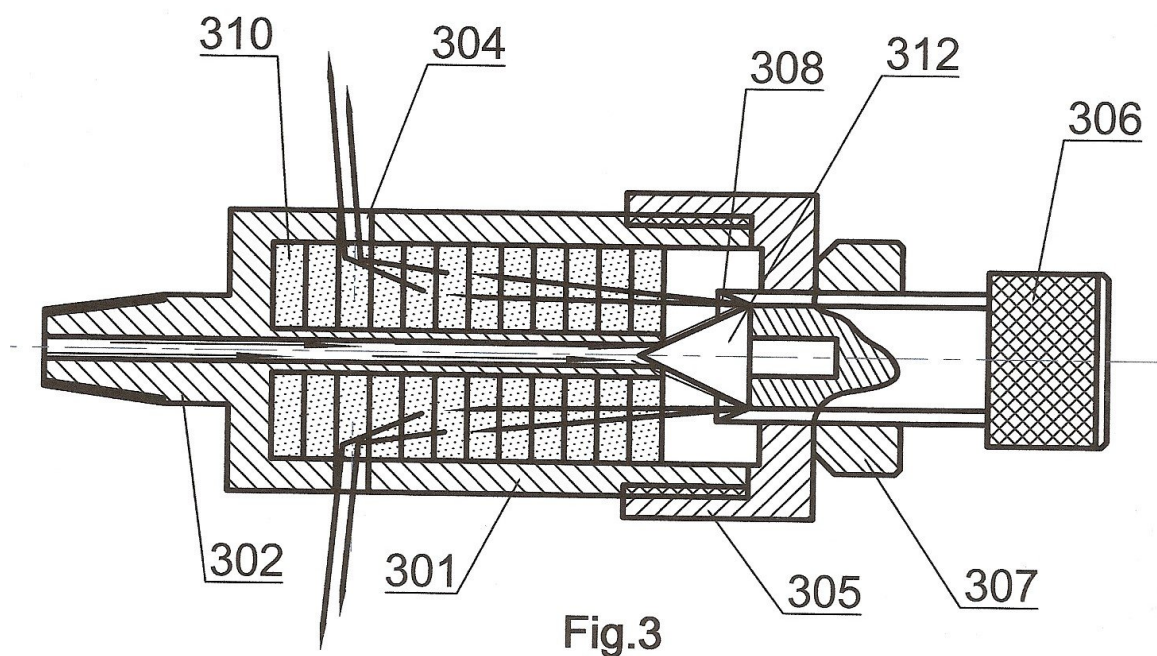


Figure 3, - на рисунке также показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с двойной системой разворота потоков сжатого воздуха , - на входе и на выводе , после фильтрации

Цифрами на фигуре обозначены :

- 301 , - корпус глушителя аэродинамического шума
- 302 , - присоединительная резьбовая цапфа
- 304 , - радиальные отверстия в корпусе глушителя аэродинамического шума для выпуска сжатого воздуха после всех преобразований и изменения траектории движения по каналам глушителя
- 305 , - гайка , закрывающая внутреннюю полость корпуса глушителя
- 306 , - регулировочный винт , устанавливающий позиционирование конического отражателя - рефлектора
- 307 , - позиционирующая и фиксирующая гайка для регулировочного винта
- 308 , - конический отражатель - рефлексор
- 310 , - фильтрующие кольца
- 312 , - конус отражателя – рефлектора

На рисунке стрелками показаны траектории движения потоков сжатого воздуха в процессе ввода в глушитель через цапфу 302 , трансформация потока на конусе 312, фильтрация потока на дисках 310 и вывод потока через отверстия 304.

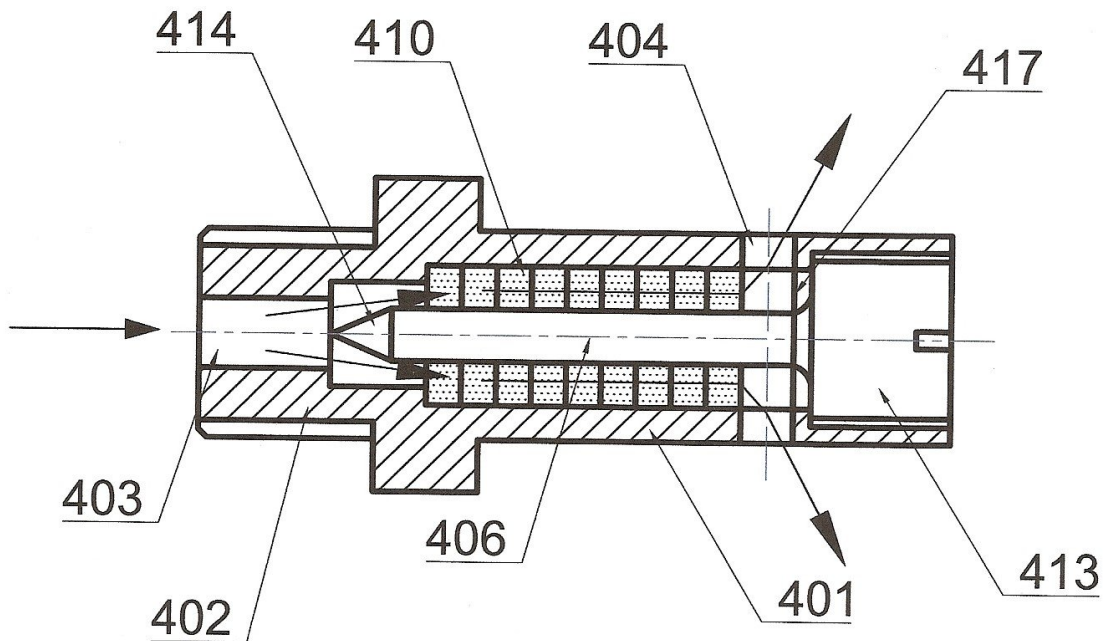


Fig.4

Figure 4 , - на рисунке показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с одинарной системой разворота на 90 градусов потоков сжатого воздуха , - на выводе , после фильтрации

Цифрами на рисунке обозначены :

- 401 корпус глушителя
- 402 входной штуцер
- 403 входная труба
- 404 выпускное отверстие

406 регулировочный винт
 410 фильтрующий элемент
 413 головка регулировочного винта
 414 направляющий конус
 417 фиксатор

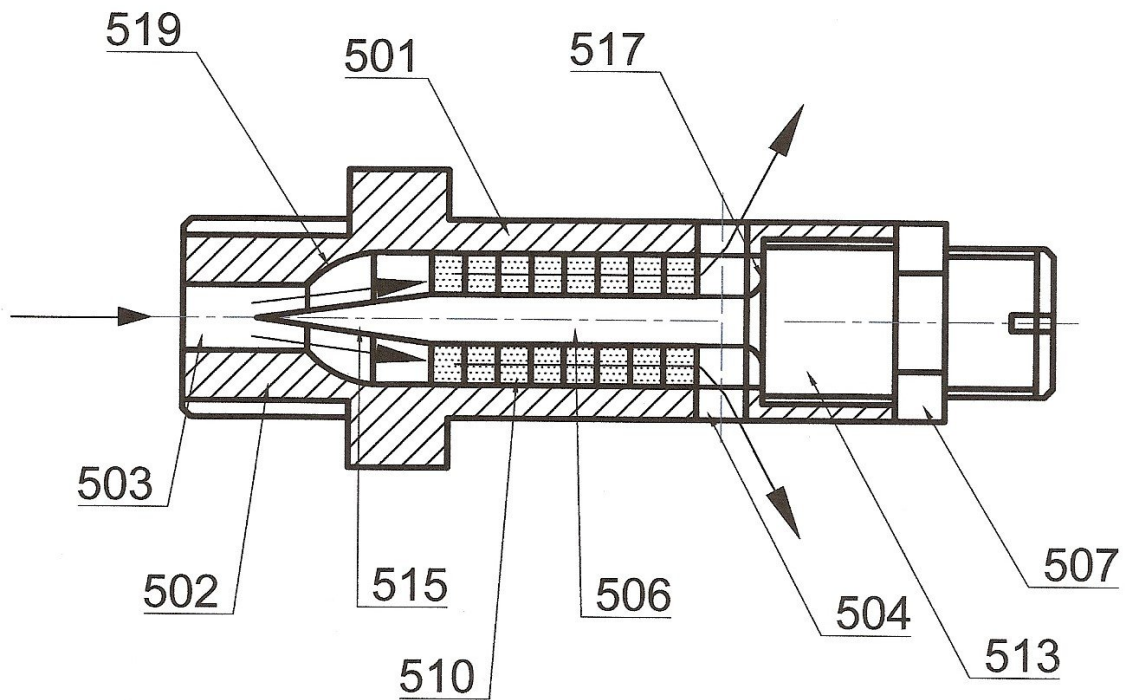


Fig.5

Figure 5, - на рисунке также показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с одинарной системой разворота на 90 градусов потоков сжатого воздуха, - на выводе, после фильтрации

Цифрами на фигуре обозначены :

501 корпус глушителя
 502 входной штуцер
 503 входная труба

504 выпускное отверстие
506 внутренняя труба
507 фиксатор
510 фильтрующие элементы
513 головка регулировочного винта
515 направляющий конус
517 направляющее, шум-поглощающее кольцо на выходе
519 направляющее, шум-поглощающее кольцо на входе

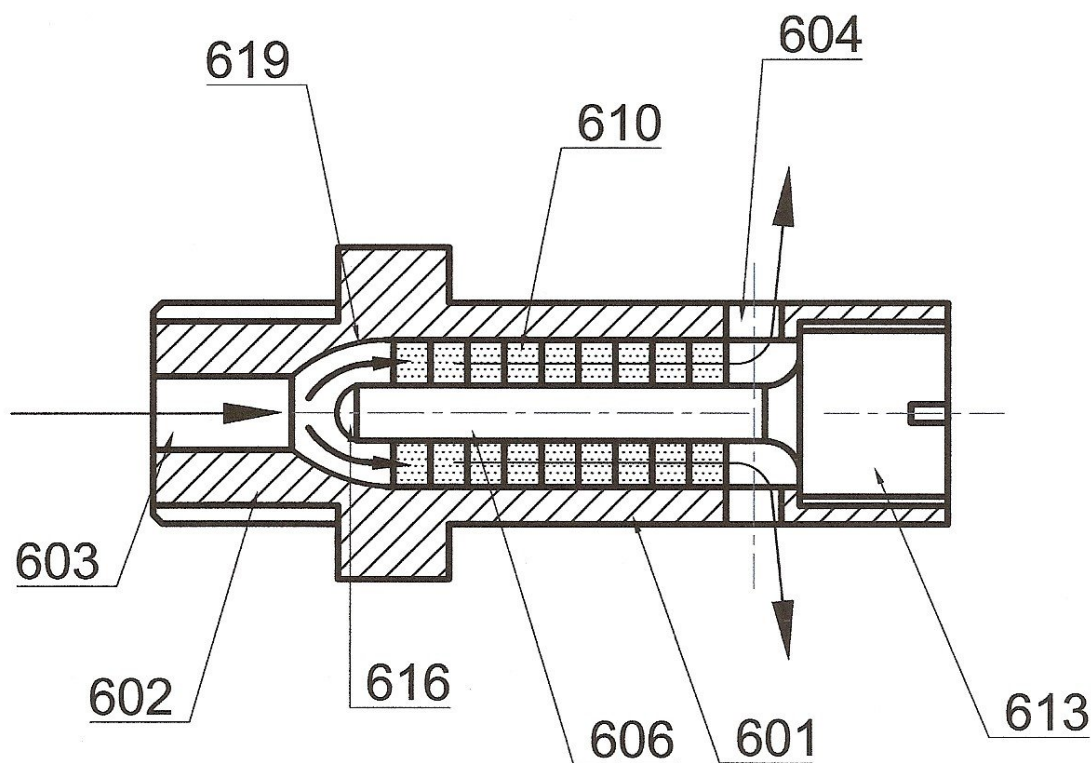


Figure 6 , - на рисунке также показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с одинарной системой разворота на 90 градусов потоков сжатого воздуха , - на выводе , после фильтрации

Цифрами на рисунке обозначены :

- 601 корпус глушителя
- 602 входной штуцер
- 603 входная труба
- 604 выходное отверстие
- 606 внутренняя труба
- 610 фильтрующий элемент
- 613 головка регулировочного винта
- 616 направляющий конус
- 619 направляющее, шум-полглащающее кольцо на входе

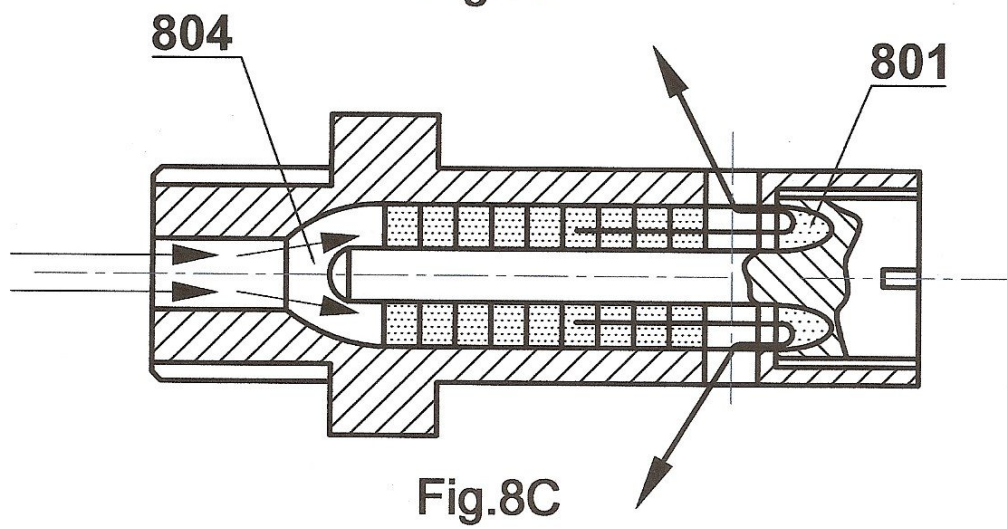
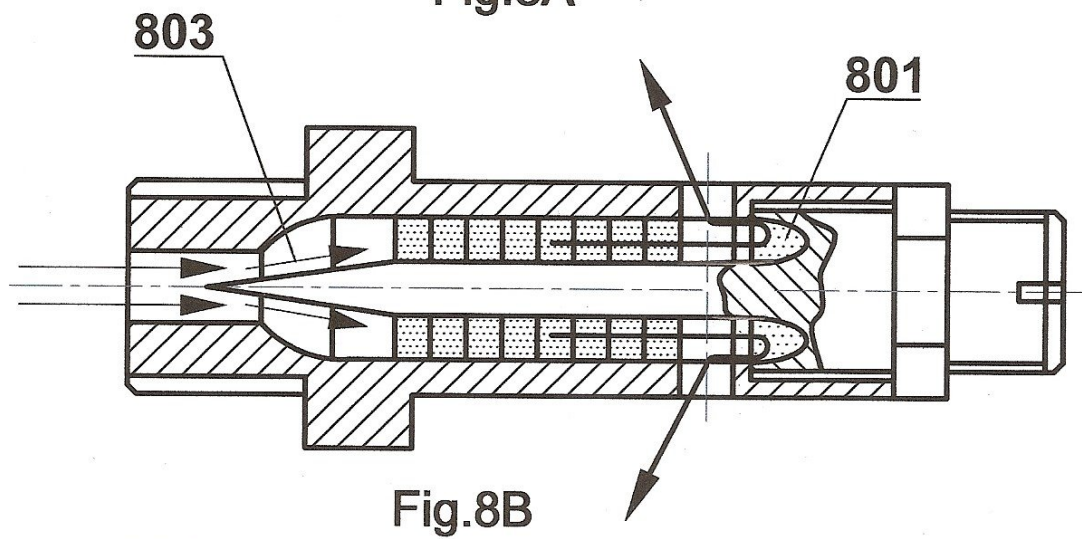
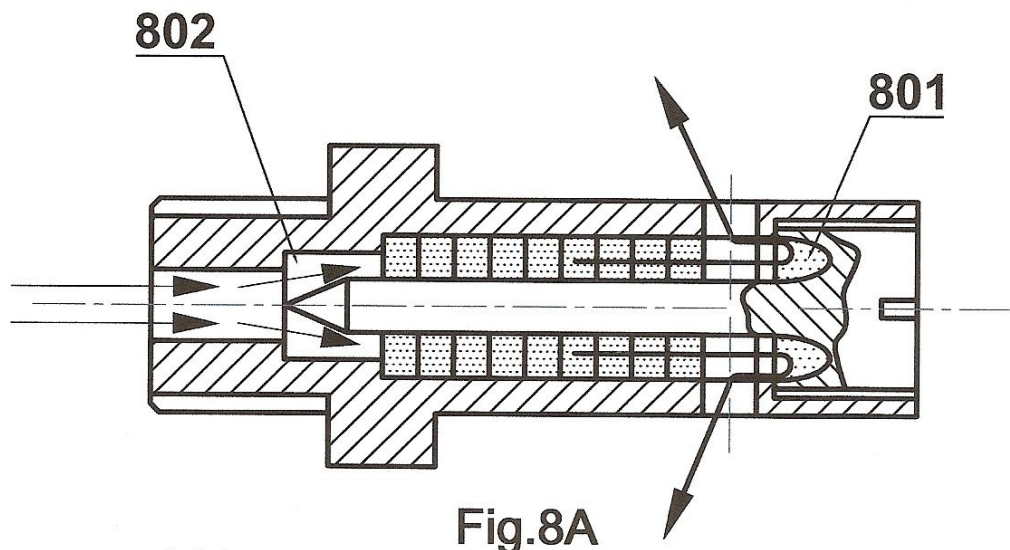


Figure 8A , - на рисунке показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с полуторной системой разворота потоков сжатого воздуха , - на входе и на выводе , после фильтрации

Цифрами на фигурах обозначены :

801 направляющее, шум-полглащающее кольцо на выходе
802 направляющее, шум-полглащающее кольцо на входе

Figure 8B , - на рисунке показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с полуторной системой разворота потоков сжатого воздуха , - на входе и на выводе , после фильтрации

Цифрами на фигурах обозначены :

801 направляющее, шум-полглащающее кольцо на выходе
803 направление движения потока

Figure 8C , - на рисунке показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с полуторной системой разворота потоков сжатого воздуха , - на входе и на выводе , после фильтрации

Цифрами на рисунках обозначены :

801 направляющее, шум-полглащающее кольцо на выходе
804 входная, разделяющая поток камера

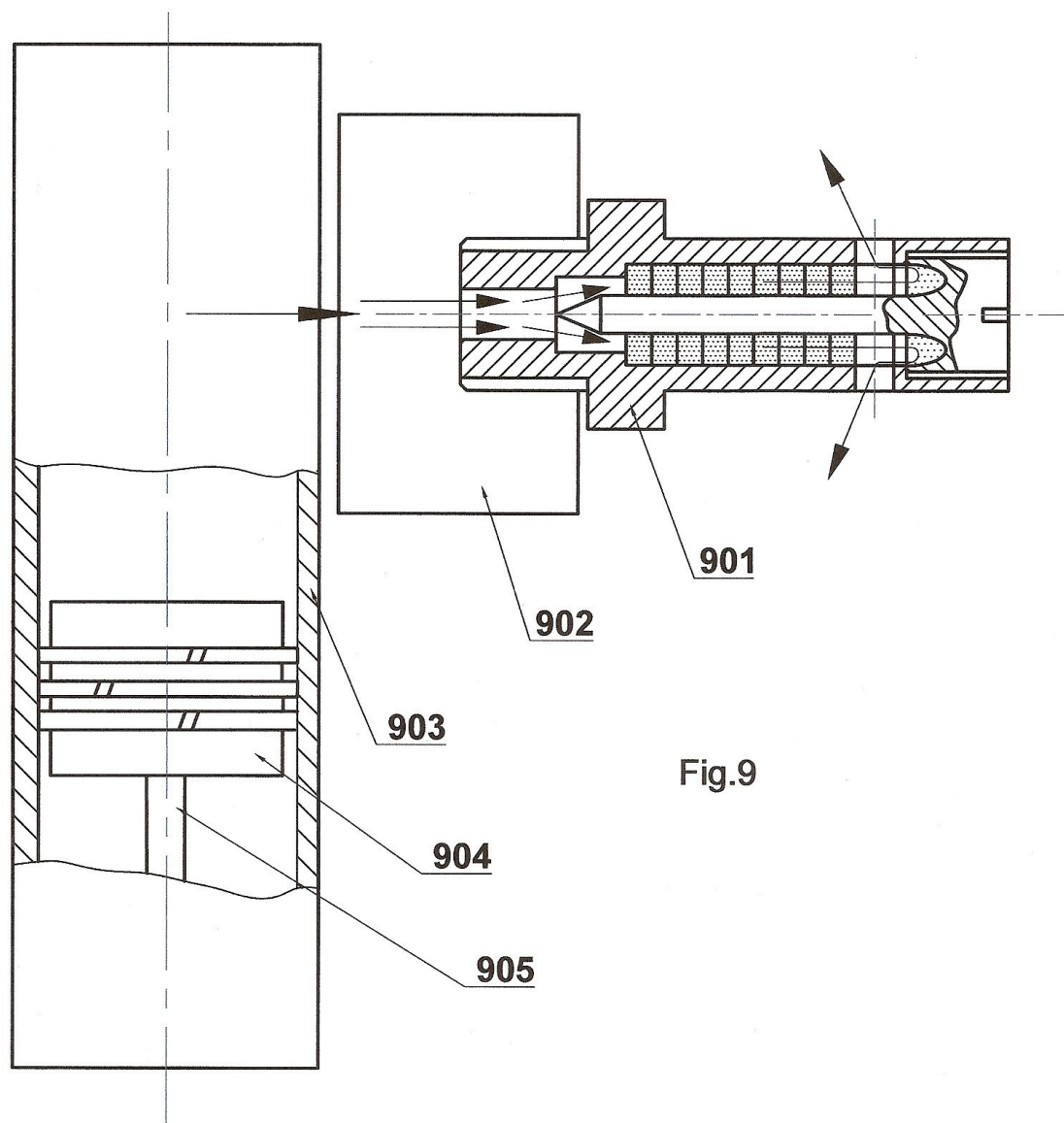


Figure 9 , - на рисунке показан в осевом сечении микро – глушитель аэродинамического шума с активной функцией фильтрации воздушного потока на выходе из зоны обработки с полуторной системой разворота потоков сжатого воздуха , - на входе и на выводе , после фильтрации

На рисунке глушитель пристыкован к исполнительному узлу робота.

Цифрами на рисунке обозначены :

901 корпус глушителя
902 соединительная труба
903 корпус робота
904 поршень
905 шатун

Выводы

Таким образом глушители аэродинамического шума являются одним из основных элементов современных полностью автоматизированных робототехнических систем в составе гибких автоматических производственных комплексов фотолитографии, имеющих в системах управления и контроля элементы искусственного интеллекта и искусственные нейронные сети.

Подобные автоматизированные линии позволяют получать высокие скорости обработки, и за счёт прочного удержания захваченных предметов, снижается уровень брака. В тоже время глушителя аэродинамического шума, позволяют обеспечивать достаточно высокое давление для аэродинамических захватов без создания лишнего шума. А возможность регулировки таких устройств открывает широкий спектр их применения и адаптации к конкретным производственным условиям.

**Список использованной литературы , патентных и
лицензионных материалов**

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

United States Patent Application	20190299423
Kind Code	A1
WAGNER; Thomas ; et al.	October 3, 2019
SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING DYNAMIC VACUUM PRESSURE IN AN ARTICULATED ARM END EFFECTOR	

Abstract

A system is disclosed for providing dynamic vacuum control to an end effector of an articulated arm. The system includes a first vacuum source for providing a first vacuum *pressure* with a first maximum *air* flow rate, and a second vacuum source for providing a second vacuum *pressure* with a second maximum *air* flow rate, wherein the second vacuum *pressure* is higher than the first vacuum *pressure* and wherein the second maximum *air* flow rate is greater than the first maximum *air* flow rate.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

United States Patent Application	20190291254
Kind Code	A1
Panks; James Kevin	September 26, 2019
PNEUMATIC PERCUSSIVE TOOL WITH ATTACHMENTS AND METHOD OF USE THEREOF	

Abstract

The present disclosure generally relates to quick change attachments for a pneumatic percussive tool. The attachments convert a pneumatic percussive tool, such as an *air* impact tool with proximal attachment means, which has a "pushing" force, into a pneumatic percussive tool having a "pulling" force. Once attached to the pneumatic percussive tool, the attachments also provide

a quick change feature for allowing "pulling" tools to be simply and easily removed and replaced.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

United States Patent Application	20190187571
Kind Code	A1
JANSSENS; Stef Marten Johan ; et al.	June 20, 2019

STAGE SYSTEM, LITHOGRAPHIC APPARATUS, METHOD FOR
POSITIONING AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

Abstract

A system for positioning, a stage system, a lithographic apparatus, a method for positioning and a method for manufacturing a device in which use is made of a stage system. The stage system has a plurality of **air** bearing devices. Each **air** bearing device has: a gas bearing body which has a free surface, a primary channel which extends through the bearing body and has an inlet opening in the free surface, and a secondary channel system which extends through the bearing body and which has a plurality of discharge openings in the free surface. The flow resistance in the secondary channel system can be higher than the flow resistance in the primary channel.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

United States Patent Application	20190161281
Kind Code	A1
Lyman; Christopher Robert ; et al.	May 30, 2019

VACUUM HOLDER WITH EXTENSIBLE SKIRT GASKET

Abstract

A vacuum holder for articles, a combination of a vacuum holder and an article, a system for holding and conveying articles, and a method for holding and conveying articles are disclosed. The vacuum holder includes a

main body having a surface and an *air* passageway leading to the surface, and a valve joined to the main body and in fluid communication with the *air* passageway. The vacuum holder includes an extensible skirt gasket with an opening therein. An article can be placed adjacent to the surface of the main body, and a vacuum can be drawn through the *air* passageway to hold the article to the vacuum holder. The valve maintains the vacuum between the article and the vacuum holder without being connected to a vacuum source, until it is desired to release the article from the vacuum holder.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

United States Patent Application	20190134827
Kind Code	A1
WAGNER; Thomas ; et al.	May 9, 2019

SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING DYNAMIC VACUUM
PRESSURE AT AN END EFFECTOR USING A SINGLE VACUUM
SOURCE

Abstract

A system including a programmable motion device and an end effector for grasping objects to be moved by the programmable motion device is disclosed. The system includes a vacuum source that provides a high flow vacuum such that an object may be grasped at an end effector opening while permitting a substantial flow of *air* through the opening, and a dead-head limitation system for limiting any effects of dead-heading on the vacuum source in the event that a flow of *air* to the vacuum source is interrupted.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

United States Patent Application	20190091879
Kind Code	A1
WAGNER; Thomas ; et al.	March 28, 2019

SYSTEMS AND METHODS FOR PROVIDING DYNAMIC VACUUM
PRESSURE IN AN ARTICULATED ARM END EFFECTOR

Abstract

A system is disclosed for providing dynamic vacuum control to an end effector of an articulated arm. The system includes a first vacuum source for providing a first vacuum **pressure** with a first maximum **air** flow rate, and a second vacuum source for providing a second vacuum **pressure** with a second maximum **air** flow rate, wherein the second vacuum **pressure** is higher than the first vacuum **pressure** and wherein the second maximum **air** flow rate is greater than the first maximum **air** flow rate.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

United States Patent Application	20190126496
Kind Code	A1
Bronowski; Marek	May 2, 2019
MULTI-STAGE GRIPPER	

Abstract

The multi-element pneumatic **gripper** equipped with a pump which enables attaching the products by a suction cup, is characterized by the fact that the **gripper** of a multi-element pneumatic telescopic actuator which ends on one side with a sucker with a weight and a steel ball inside the weight and on the other side is connected to the supply system, whereas an electromechanical uptake is located at the base of the first element of the pneumatic telescopic actuator, wherein in the first embodiment the supply system consists of a vacuum/**pressure** pump, suction and discharge lines, a valve which supplies **air** to the system, a three-way valve and a **pressure** sensor, and wherein in the second embodiment the supply system consists of a vacuum/**pressure** pump, a suction line, a valve which supplies **air** to the system and a **pressure** sensor.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

United States Patent Application	20190051918
Kind Code	A1
LEE; Sun Ho	February 14, 2019

SYSTEM FOR ADSORBING THIN FILM SHEET TO PREVENT FROM DROOPING IN FUEL CELL SYSTEM

Abstract

A system for adsorbing a thin film sheet includes a main frame and first and second auxiliary frames connected to respective ends of the main frame. At least one of the first and second auxiliary frames is movably connected to the main frame to increase or decrease a distance between the first and second auxiliary frames. Adsorbing parts are disposed under the first and second auxiliary frames, respectively, to draw or inject **air** and to adsorb both sides of the thin film sheet. A tension adjusting part adjusts a location of the at least one of the first and second auxiliary frames to adjust a tension applied to the thin film sheet.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

United States Patent Application

20190263002

Kind Code

A1

HERRSTROM; Jonas

August 29, 2019

VACUUM POWERED TOOL

Abstract

Vacuum powered tool (1) that is connectable to a vacuum source and arranged to in an object engagement position engage and hold an object as a result of a negative **pressure** in the tool (1) as well as to resiliently return to an initial position when the negative **pressure** ceases and, which tool (1) comprises an object handling engagement part (2), wherein the tool (1), in a first end (3), has a fitting (4) to be fixedly received in a vacuum connection implement for fixation of the tool (1), and in a second end (5) of the tool (1), wherein the second end (5) is formed for **air**-proof contact and provided with an at least partly flexible and collapsible spherical hollow inner geometry (7) onto which at least partly spherical and collapsible hollow inner geometry (7) having a collapsible part (6), object handling and engagement means (8) are provided and arranged such as to in the object engagement position engage and hold the object as a result of the negative **pressure** in the flexible and collapsible spherical hollow inner geometry (7)

as well as to resiliently return to the initial position when the negative **pressure** in the flexible and collapsible spherical hollow inner geometry (7) ceases.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

United States Patent Application

20190030711

Kind Code

A1

Azazi; Bryan ; et al.

January 31, 2019

ROBOTIC **GRIPPER**

Abstract

A robotic **gripper** for grasping a target object includes a linear actuator and a gripping assembly. The gripping assembly is coupled to the linear actuator and includes a plurality of fingers that are positioned to selectively grasp and release the target object. The linear actuator includes an **air** cylinder and a linearly movable rod that reciprocates within the **air** cylinder between a retracted position and an extended position. The gripping assembly includes a finger holder and a finger closer. The fingers are affixed to the finger holder and extend from the finger holder through openings formed in the finger closer. The finger closer is coupled to the linearly movable rod which reciprocatingly drives the finger closer over the fingers to adjust the fingers between a first position in which the fingers grasp the target object and a second position in which the fingers release the target object.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

United States Patent Application

20180361596

Kind Code

A1

BERI; Alekh Rajesh

December 20, 2018

SOFT ROBOTIC ASSISTIVE GRIPPING DEVICE

Abstract

This invention is directed to offer a customizable, cost effective, and comfortable soft gripping solution for patients with chronic disabilities, such as diabetic neuropathy, allowing the patients to function independently and perform routine daily tasks. A soft robotic **gripper** has been developed with one or more inflatable systems actuated by air to assist a user to grip an object. The main body of the **gripper** bends with **air** actuation while the fingertip actuation helps functionality in the extremities. The **gripper** is further enhanced by adding sensors that integrate feedback for sensitivity to touch, conformability, and grip ability. The modular design modifications allow for **gripper** adjustments as the disease progresses or rescinds. The **gripper** also works as a training aid for routine physical therapy exercises. Data collected by a microprocessor can also help learn more about these chronic diseases and use artificial intelligence to customize treatment regimens for individual patients.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

United States Patent Application

20190009572

Kind Code

A1

HOOVER; LINN C. ; et al.

January 10, 2019

UNIVERSAL PART HOLDER WITH CONFORMABLE MEMBRANES

Abstract

An apparatus for holding three-dimensional parts for printing includes a frame with sides and a solid bottom and a part gripping membrane mounted across the face of the frame. A biasing membrane is mounted at the midpoint of the frame height to form an **air** chamber between the frame bottom and the biasing membrane and a vacuum chamber between the biasing membrane and the part gripping membrane positioned on the face of the frame. To grip a part, the gripping membrane is stretched over the part, positive **pressure** is applied to the **air** chamber to compress the granular material within the **air** chamber and further stretch the gripping membrane

over the part, and then vacuum is applied to the vacuum chamber between the two membranes to maintain the granular material compression and grip on the part when *air pressure* is relieved from the *air* chamber.

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

United States Patent Application

20130001970

Kind Code

A1

SUYAMA; Takashi ; et al.

January 3, 2013

ROBOT AND *ROBOT* HAND

Abstract

A *robot* includes a *robot* arm. A *robot* hand is disposed at a distal end of the *robot* arm and grips an object. The *robot* hand includes an *air* chuck device including a pair of pistons and an *air* cylinder. The *air* cylinder opens and closes the pistons in parallel to one another. A pair of first gripping members are disposed at a first side of the pistons and move close to and apart from one another within a first movable range on a movable plane. A pair of second gripping members are disposed at a second side of the pistons and move close to and apart from one another within a second movable range different from the first movable range on the movable plane. The *robot* hand pivots relative to the distal end of the *robot* arm about a pivot axis approximately perpendicular to the movable plane.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

United States Patent Application

20150224651

Kind Code

A1

MAFFEIS; Giuseppe

August 13, 2015

PROTECTIVE CASING OF *ROBOT* GRIPPERS

Abstract

A protective casing of a *gripper* for industrial automation is described, having two or more jaws, which makes the *gripper* also usable in clean-room. The casing comprises a base fixable to an outer actuator, for example

a robotic arm, and a dome. The dome and the base are **air** tightly constrainable one to another and they together define a chamber for housing the **gripper**. The dome is provided with through slots at the jaws of the **gripper**; the edges of the through slots **air** tightly adhere to the corresponding jaw. At least the portion of the dome at the through slots is elastically deformable to follow the movements of the jaws. Preferably, the dome and the base are coupled and flush in order to limit or prevent particles or dust from building up between interstices.

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

United States Patent Application	20140010628
Kind Code	A1
Ruschulte; Jorg ; et al.	January 9, 2014
DEVICE FOR HANDLING OBJECTS	

Abstract

The invention relates to a device for handling objects, comprising at least one inflatable **air** chamber and a retaining unit for objects, which is attached to the **air** chamber, to a **robot** or manipulator, characterized by at least one device for handling objects, and to a method for handling objects using the aforementioned device, characterized by the steps of: moving the device with the side thereof comprising the retaining unit to the object to be handled in a first position; establishing an adhesive connection between the retaining unit and the object to be handled, thus retaining the object; moving the device to a desired second position, and releasing the object from the retaining unit by inflating the at least one **air** chamber.

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

United States Patent Application	20190187571
Kind Code	A1
JANSSENS; Stef Marten Johan ; et al.	June 20, 2019

STAGE SYSTEM, LITHOGRAPHIC APPARATUS, METHOD FOR POSITIONING AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

Abstract

A system for positioning, a stage system, a lithographic apparatus, a method for positioning and a method for manufacturing a device in which use is made of a stage system. The stage system has a plurality of **air** bearing devices. Each **air** bearing device has: a gas bearing body which has a free surface, a primary channel which extends through the bearing body and has an inlet opening in the free surface, and a secondary channel system which extends through the bearing body and which has a plurality of discharge openings in the free surface. The flow resistance in the secondary channel system can be higher than the flow resistance in the primary channel.

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

United States Patent Application

20180350589

Kind Code

A1

Rebstock; Lutz

December 6, 2018

SEMICONDUCTOR CLEANER SYSTEMS AND METHODS

Abstract

In an embodiment, the present invention discloses a EUV cleaner system and process for cleaning a EUV carrier. The euv cleaner system comprises separate dirty and cleaned environments, separate cleaning chambers for different components of the double container carrier, **gripper** arms for picking and placing different components using a same **robot** handler, **gripper** arms for holding different components at different locations, horizontal spin cleaning and drying for outer container, hot water and hot **air** (70 C) cleaning process, vertical nozzles and rasterizing megasonic nozzles for cleaning inner container with hot **air** nozzles for drying, separate vacuum decontamination chambers for outgassing different components, for example, one for inner and one for outer container with high vacuum (e.g., <10.sup.-6 Torr) with purge gas, heaters and RGA sensors inside the vacuum chamber, purge gas assembling station, and purge gas loading and unloading station.

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

United States Patent Application	20170213333
Kind Code	A1
KANG; Chi-Hun ; et al.	July 27, 2017
DEFECT MEASURING DEVICE FOR WAFERS	

Abstract

Provided is a device for measuring wafer defects, which prevents damage of a wafer and also measures defects at upper, lower and side surfaces of the wafer simultaneously. The device for measuring wafer defects includes a lower blower configured to inject **air** to a lower surface of a wafer to float the wafer; an upper blower provided to be moved up and down with respect to the lower blower and configured to inject the **air** to an upper surface of the wafer to fix the wafer; an upper contamination measuring part provided at an upper side of the upper blower and configured to detect contamination on the upper surface of the wafer; a lower contamination measuring part provided at a lower side of the lower blower and configured to detect contamination on the lower surface of the wafer; and a side contamination measuring part provided between the upper and lower blowers and configured to detect contamination on a side surface of the wafer.

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

United States Patent Application	20150251778
Kind Code	A1
TACHIBANA; Kenichi ; et al.	September 10, 2015
ROBOT SYSTEM, LIQUID TRANSFER CONTROLLER, LIQUID TRANSFER CONTROL METHOD, AND MEDICINE MANUFACTURING METHOD	

Abstract

A **robot** system includes a multi-jointed **robot**, a syringe actuator which pulls and pushes a plunger of a syringe having a needle; and a controller which controls the multi jointed **robot** to handle a vessel storing a liquid and the

syringe and controls the syringe actuator. The controller includes a first control module which controls the multi-jointed **robot** such that the needle of the syringe punctures a cap of the vessel, a second control module which controls the syringe actuator such that the **air** in the syringe is sent into the vessel by pushing the plunger in a state where the vessel is positioned on an upper side of the syringe and a tip portion of the needle is positioned on an upper side of the liquid in the vessel after the first control module controls the multi-jointed **robot**, and a third control module which controls the syringe actuator such that the liquid in the vessel is absorbed through the needle by pulling the plunger in a state where the tip portion of the needle is positioned in the liquid in the vessel after the second control module controls the syringe actuator.