



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014139583, 13.03.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.03.2013

Дата регистрации:
09.11.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
16.03.2012 GB 1204680.1

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2016 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 09.11.2017 Бюл. № 31

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 16.10.2014

(86) Заявка РСТ:
EP 2013/055165 (13.03.2013)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2013/135781 (19.09.2013)

Адрес для переписки:
197101, Санкт-Петербург, а/я 128, "АРС-
ПАТЕНТ", М.В. Хмара

(72) Автор(ы):

СМИТ Джеймс Гордон Чартерс (GB),
ЛИТОН Тимоти Говард (GB)

(73) Патентообладатель(и):

ДЕ БИРС ЮК ЛТД (GB)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: WO 87/01975 A1, 09.04.1987. US
4379510 A, 12.04.1983. RU 2424859 C1,
27.07.2011. RU 2372607 C1, 10.11.2009.

(54) ПРОВЕРКА ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

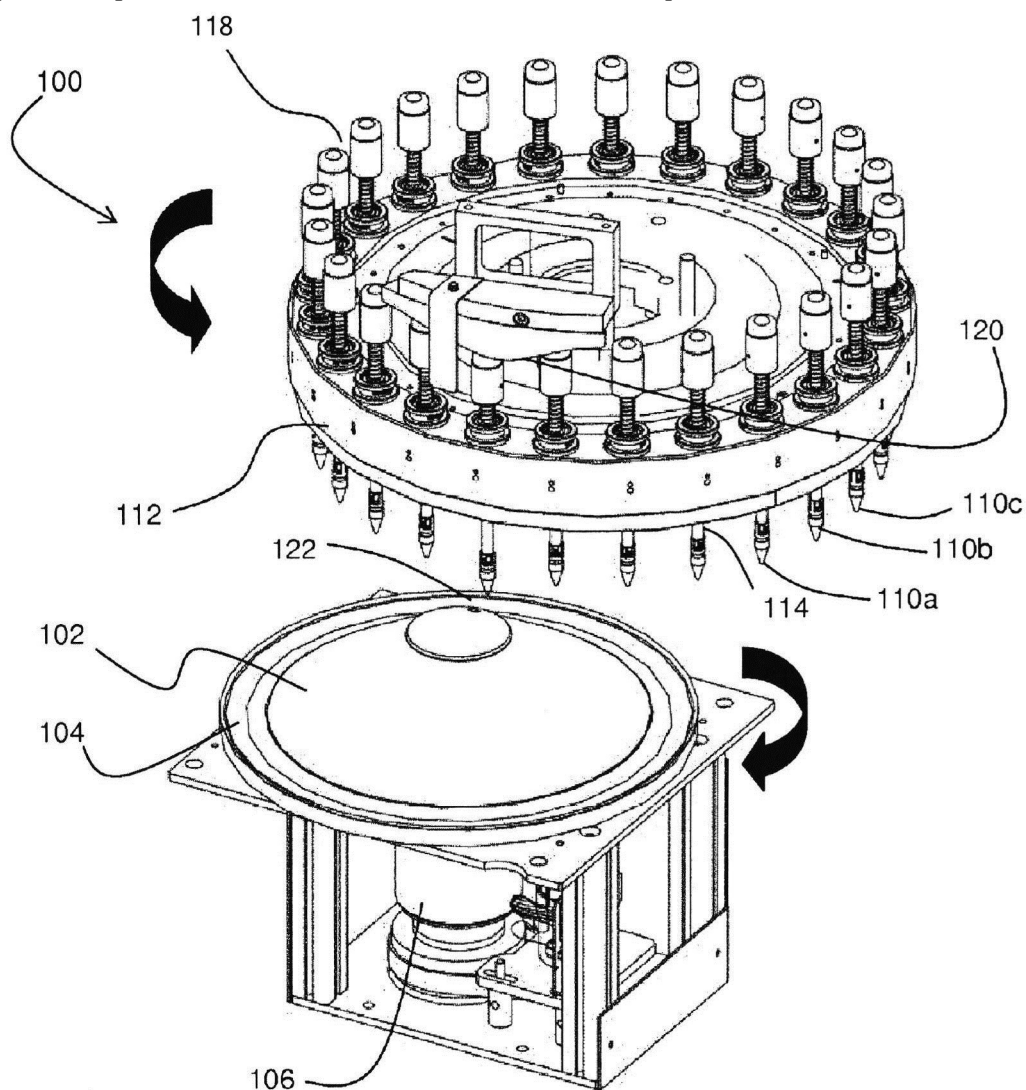
(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам для исследования драгоценных камней. Описаны аппарат и способ исследования и, в качестве опции, сортировки драгоценных камней. Аппарат содержит вакуумное сопло для извлечения драгоценных камней из подаваемого множества драгоценных камней; транспортирующий механизм для транспортирования сопла и удерживаемого им драгоценного камня к одному или более мест измерения; измерительную систему, содержащую множество измерительных устройств, установленных вблизи одного или более мест измерения и сконфигурированных для измерения одного или более свойств драгоценного камня. По меньшей мере одно из множества измерительных устройств

расположено вблизи по меньшей мере одного из указанных мест измерения с возможностью измерять по меньшей мере одно из указанных свойств драгоценного камня, удерживаемого соплом. Транспортирующий механизм сконфигурирован с возможностью последовательной доставки драгоценного камня, удерживаемого соплом, к множеству измерительных устройств, принимающих драгоценный камень в контролируемые моменты и в контролируемых местах. Аппарат содержит управляющую систему, функционально связанную с вакуумным соплом и с измерительной системой и сконфигурированную для обеспечения подхода драгоценного камня к единственному или каждому месту измерения в

известное измерительной системе время, и систему приложения положительного давления для отделения драгоценного камня от сопла в зоне сбрасывания. Предложены также способ сортировки драгоценных камней, способ

исследования драгоценных камней, сопло для удерживания драгоценного камня. Обеспечивается быстрый, надежный и эффективный процесс сортировки камней. 5 н. и 31 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

B07C 5/342 (2006.01)*G01N 21/87* (2006.01)*B07C 5/38* (2006.01)*B07C 5/36* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2014139583**, 13.03.2013(24) Effective date for property rights:
13.03.2013Registration date:
09.11.2017

Priority:

(30) Convention priority:
16.03.2012 GB 1204680.1(43) Application published: **10.05.2016** Bull. № 13(45) Date of publication: **09.11.2017** Bull. № 31(85) Commencement of national phase: **16.10.2014**(86) PCT application:
EP 2013/055165 (13.03.2013)(87) PCT publication:
WO 2013/135781 (19.09.2013)Mail address:
**197101, Sankt-Peterburg, a/ya 128, "ARS-PATENT",
M.V. Khmara**

(72) Inventor(s):

**SMIT Dzhejms Gordon Charters (GB),
LITON Timoti Govard (GB)**

(73) Proprietor(s):

DE BEERS UK LTD (GB)(54) **CHECK OF PRECIOUS STONES**

(57) Abstract:

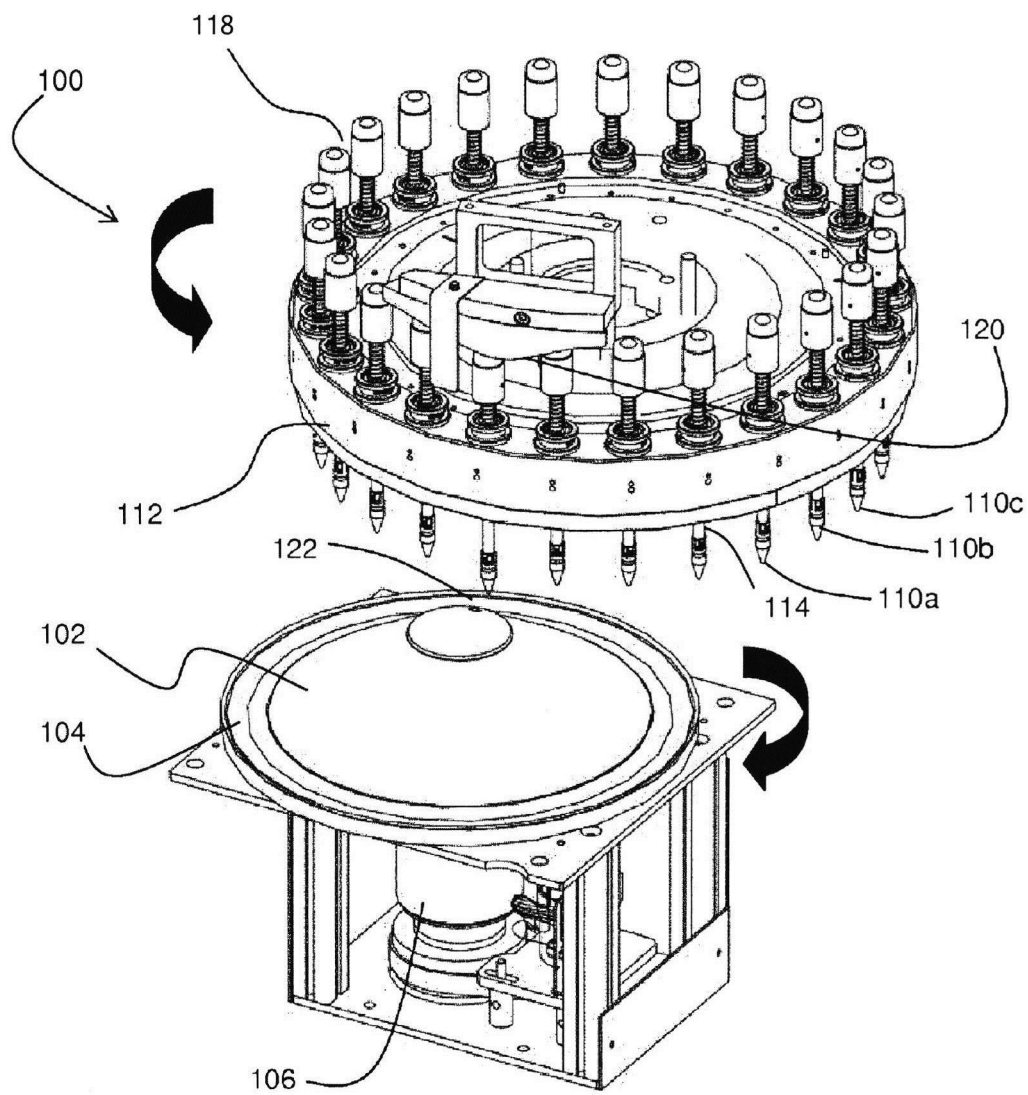
FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: device contains a vacuum nozzle for extracting precious stones from a plurality of precious stones; a conveying mechanism for conveying the nozzle and the precious stone held to one or more measuring places; a measuring system comprising a plurality of measuring devices mounted near one or more measuring places and configured to measure one or more precious stone properties. At least one of the plurality of measuring devices is located in proximity to at least one of mentioned measuring places with the ability to measure at least one of mentioned precious stone properties which is held by the nozzle. The conveying mechanism is configured to sequentially deliver the precious stone held by the nozzle to a

plurality of measuring devices receiving the precious stone at controlled times and in controlled places. The device comprises a control system operatively associated with a vacuum nozzle and with a measuring system and configured to provide a precious stone approach to a single or each measuring place in a time known to the measuring system and a positive pressure application system for separating the precious stone from the nozzle in the drop zone. A method for sorting precious stones, a method for studying precious stones and a nozzle for holding a precious stone are also proposed.

EFFECT: fast, reliable and efficient process of sorting stones.

36 cl, 8 dwg



ФИГ. 1

Область техники

Изобретение относится к системе для исследования драгоценных камней. В частности, хотя и не исключительно, изобретение относится к системе для исследования и сортировки драгоценных камней, таких как алмазы.

Уровень техники

В контексте изобретения термин "драгоценные камни" охватывает как обработанные камни, так и необработанные камни, которые могут быть обработаны позднее.

Алмазы могут оцениваться по таким характеристикам, как цвет и чистота. Оценка качества алмаза может использоваться при определении его ценности для различных применений, например в ювелирной промышленности. Как правило, рыночная ценность полированного алмаза зависит от набора параметров (известного как "Четыре C"), включающего цвет (colour), пропорции огранки (cut proportions), чистоту (clarity) и вес в каратах (carat weight).

Оценка качества обычно осуществляется подготовленными профессионалами, которые рассматривают алмазы под десятикратным увеличением. Эти профессионалы способны классифицировать алмаз, наблюдая его цвет и производя поиск дефектов на поверхности алмаза и включений в него, чтобы определить его чистоту. При этом, когда оценка дается людьми, неизбежна некоторая субъективность, так что представляется желательным иметь возможность производить сортировку необработанных и обработанных (полированных) алмазов объективно. Кроме того, желательно быстро осуществлять исследование большого количества камней, а это невозможно, если каждый камень должен рассматриваться человеком. Аналогичные проблемы возникают и в отношении других драгоценных камней.

В связи с этим желательно разработать систему для надежной и воспроизводимой проверки драгоценных камней, таких как необработанные алмазы. Такая система может использоваться в машине для сортировки. По результатам проверки (исследования) в данной машине определяют категорию, к которой относится драгоценный камень, причем машина обеспечивает также средства подачи этого камня в накопитель, контейнер или другой приемник. Данная машина может использоваться также для исследования группы или пакета алмазов с формированием характеристики или оценки такого пакета без разделения входящих в него алмазов. Изобретение может быть использовано для исследования промышленных или синтетических алмазов.

На базовом уровне данное исследование может определять, является ли исследуемый объект подлинным алмазом. Для этого может использоваться комбинационное (рамановское) рассеяние, хотя более точная характеристика может быть получена, например, по данным о цвете, чистоте, форме или других физических свойствах.

Независимо от их конкретного применения, из уровня техники известны многочисленные примеры машин, предназначенных для исследования алмазов, часто в больших объемах, например, с производительностью до 15 объектов/с. Другие примеры характеризуются намного меньшей производительностью. Так, в одном крайнем примере исследование одного камня требует до 5 мин. В случае низкой производительности может оказаться практичной загрузка машины вручную. Другими словами, вручную (часто с применением щипчиков) производится доставка камня к измерительному устройству (к измерительным устройствам). Однако для достижения высокой эффективности в случае больших объемов операции доставки и удаления драгоценного камня из измерительного устройства должны быть автоматизированы.

Многие известные системы используют питатель, такой как роликовый бункер, способный, в простейшем варианте, сбрасывать камень непосредственно в

измерительное устройство или, альтернативно, на второй транспортер, такой как вибрационный питатель, который сбрасывает поток алмазов или других драгоценных камней из единственной точки (например со своего конца). Преимущество такой системы состоит в улучшенном контроле траектории алмаза, поскольку точка его выведения
5 точно известна. Тем не менее, сохраняется некоторая неопределенность его траектории на более поздних этапах вследствие неполностью контролируемой скорости сбрасывания и отсутствия контроля при выведении камней.

Эти трудности представляют серьезные проблемы для разработчика измерительного устройства, поскольку необходимо иметь дело с камнями, поступающими в случайные
10 моменты времени в большее количество мест, чем это строго необходимо. Такая неопределенность обычно приводит к разработке измерительных устройств, преодолевающих проблему высокой дисперсии либо повышением сложности, либо снижением качественных показателей.

Например, хорошо известно, что дифракция приводит к снижению разрешения
15 оптической системы, если требуется обеспечить большую глубину фокуса. Существует базовая минимальная глубина фокуса, которая может требоваться для того, чтобы весь объект находился в фокусе. Однако, если при этом существует дополнительная неопределенность в позиционировании, вызываемая системой доставки, ее учет потребует от конструктора оптической системы принятия компромиссного решения.

Подобные проблемы особо обостряются, когда для измерений объекта требуется
20 обеспечить множество линий его наблюдения. Необходимо сконцентрировать вокруг номинальной точки в пространстве множество измерительных устройств, посредством которых должны производиться измерения, и эти устройства могут создавать взаимные помехи. В принципе, можно распределить эти устройства примерно по вертикали, вдоль
25 номинальной траектории, но в процессе падения объекта возрастают неопределенности во времени и положении, что приводит к дополнительным техническим проблемам.

Раскрытие изобретения

Изобретение направлено на преодоление или ослабление по меньшей мере некоторых из рассмотренных ограничений и на улучшение, тем самым, точности и/или надежности
30 или на снижение стоимости автоматизированной проверки.

В соответствии с одним аспектом изобретения предлагается аппарат для исследования драгоценных камней. Аппарат содержит вакуумное сопло для забора (извлечения)
драгоценного камня из подаваемого множества драгоценных камней и транспортирующий механизм для транспортирования сопла и удерживаемого им
35 драгоценного камня к одному или более мест измерения. Измерительная система, содержащая одно или более измерительных устройств, сконфигурированных для измерения одного или более свойств драгоценного камня, находится вблизи одного или более мест измерения. Управляющая система функционально связана с вакуумным соплом и с измерительной системой и сконфигурирована для обеспечения подхода
40 драгоценного камня к единственному или каждому месту измерения в известное измерительной системе время. Для отделения драгоценного камня от сопла в зоне сбрасывания предусмотрена система приложения положительного давления.

Тем самым обеспечивается возможность отслеживания любого индивидуального камня, так что измерения могут производиться в контролируемых условиях в
45 предсказуемое время, что уменьшает непроизводительные затраты времени применительно к измерительным устройствам. Аппарат по изобретению можно использовать для исследования как необработанных, так и ограненных драгоценных камней.

По меньшей мере одно из измерительных устройств может быть расположено вблизи по меньшей мере одного из указанных мест измерения с возможностью измерять по меньшей мере одно из указанных свойств драгоценного камня, удерживаемого соплом. При этом драгоценный камень может последовательно доставляться на сопле к

5 множеству измерительных устройств, каждое из которых принимает исследуемый объект в контролируемый момент в контролируемом месте.

Аппарат может дополнительно содержать средство манипулирования соплом в процессе его продвижения между измерительными устройствами с целью изменения ориентации драгоценного камня, в частности путем вращения сопла вокруг своей оси.

10 По меньшей мере некоторые из измерительных устройств могут быть, по существу, идентичными, чтобы измерять одно и то же свойство драгоценного камня при различных ориентациях.

Альтернативно, каждое измерительное устройство может производить измерения, отличные от производимых другими устройствами, с возможностью проведения

15 некоторыми из устройств взаимодополнительных измерений.

Альтернативно или дополнительно к измерениям, производимым при нахождении камня на сопле, аппарат может быть сконфигурирован для проведения измерений после отделения камня от сопла. В этом случае зона сбрасывания может совпадать с одним из указанных мест измерения, так что после его отделения от сопла драгоценный камень

20 может падать, в определенном временном окне, по заданной траектории через одно или более измерительных устройств.

Одно или более свойств могут включать оптические свойства.

Аппарат может также содержать множество приемных контейнеров, в которые могут выводиться драгоценные камни. При этом выбор приемного контейнера при

25 выдаче каждого драгоценного камня производится в зависимости от одного или более его измеренных свойств. Может иметься множество зон сбрасывания, каждая из которых ассоциирована с механизмом доставки к одному из приемных контейнеров. При этом зона сбрасывания, в которой к любому заданному соплу прикладывается положительное давление, выбирается в зависимости от одного или более измеренных свойств камня,

30 удерживаемого указанным соплом.

Альтернативно или в дополнение, может иметься поворотная карусель. Она может содержать множество гнезд, по меньшей мере часть которых расположена под единственной или под одной из зон сбрасывания, так что драгоценный камень, сброшенный в указанной зоне сбрасывания, падает в одно из гнезд. Карусель может

35 также содержать множество селективно активируемых точек вывода для вывода драгоценного камня из гнезда, причем каждая точка вывода ассоциирована с механизмом доставки к одному из приемных контейнеров. Соответственно, аппарат может быть сконфигурирован с возможностью активирования точки вывода, выбранной в зависимости от измеренных свойств камня, находящегося в гнезде,

40 проходящем через указанную точку вывода.

Карусель может быть сконфигурирована для вращения, при котором гнездо, проходящее под зоной сбрасывания, движется, по существу, с той же скоростью и в том же направлении, что и сопло, движущееся через зону сбрасывания. Для обнаружения сбрасывания двух или более камней в зоне сбрасывания в одно гнездо может быть

45 предусмотрен детектор двойной выдачи.

В одно из измерительных устройств можно включить коллимированный источник оптического излучения (далее - излучение) и установить наблюдательное средство так, чтобы драгоценный камень проходил на сопле между источником излучения и

наблюдательным средством с получением, таким образом, серии силуэтных изображений каждого драгоценного камня. Аппарат может также содержать процессорное средство для построения, по серии изображений, трехмерной модели формы каждого камня.

Одно из измерительных устройств может содержать спектрометр для определения спектра поглощения и/или фотолюминесценции драгоценного камня, проходящего через данное измерительное устройство.

Кроме того, одно или более измерительных устройств могут содержать источник рассеянного излучения, комплект наблюдательных средств в виде камер, установленных в различных точках, и средство разворота сопла в направлении указанных точек. При этом наблюдательные средства подключены к процессорному средству для идентификации цвета драгоценного камня при его освещении от источника излучения.

Одно из измерительных устройств может содержать источник рассеянного излучения и камеру, расположенную ниже заданной траектории перемещения для получения изображения каждого драгоценного камня снизу. Альтернативно, каждое сопло может иметь прозрачную стенку, окружающую канал для подачи вакуума к отверстию сопла, находящуюся в канале преграду, перекрывающую линию наблюдения от отверстия вдоль канала и содержащую на обращенной к отверстию стороне диффузно отражающую поверхность, и несущую конструкцию для закрепления преграды в заданном положении, в котором поток воздуха способен обтекать преграду.

По меньшей мере одно сопло может иметь стенку, окружающую канал для подачи вакуума к отверстию сопла, а по меньшей мере одно измерительное устройство может быть способно измерять по меньшей мере одно оптическое свойство драгоценного камня через указанный канал.

По меньшей мере одно сопло может дополнительно содержать в своем канале по меньшей мере одно оптоволокно и быть сконфигурированным с обеспечением возможности обтекания оптоволокна потоком воздуха.

Далее, по меньшей мере одно измерительное устройство может перемещаться синхронно по меньшей мере с одним соплом и измерять по меньшей мере одно оптическое свойство драгоценного камня через канал в любой момент в процессе транспортирования сопла и драгоценного камня.

По меньшей мере одно измерительное устройство может быть зафиксировано относительно транспортирующего механизма и способно измерять по меньшей мере одно оптическое свойство драгоценного камня через канал при прохождении этого камня через соответствующее место измерения.

Транспортирующий механизм может представлять собой вращающуюся платформу, по периметру которой расположен набор сопел. Платформа может быть снабжена серией отверстий, каждое из которых сообщается с одним соплом, рассчитанным на прием струи текучей среды для приложения к указанному соплу положительного давления в зоне сбрасывания. Платформа может быть способна перемещаться также параллельно осям сопел, чтобы облегчить захват камней различных размеров.

Может быть предусмотрен также диск для подведения драгоценных камней к набору сопел, способный вращаться со скоростью, выбранной так, чтобы камни и сопло проходили через зону извлечения в одном и том же направлении. С этой целью диск может быть смещен в поперечном направлении относительно набора сопел и сконфигурирован для вращения в направлении, противоположном направлению вращения платформы.

Над зоной извлечения может быть расположена кулачковая поверхность, а каждое сопло может находиться в держателе, сконфигурированном для отслеживания контура

кулачковой поверхности и подведения сопла ближе к диску при прохождении сопла через зону извлечения. Альтернативно, набор сопел может быть сконфигурирован для вращения вокруг оси, расположенной под углом к оси вращения диска, так что сопла сближаются с диском при их приближении к зоне извлечения.

5 Подача камней в диск с заданным расходом может производиться соответствующим управляемым механизмом.

В соответствии с другим аспектом изобретения предлагается способ сортировки драгоценных камней. Способ включает индивидуальное извлечение драгоценных камней из подаваемого множества драгоценных камней с использованием движущегося сопла или набора сопел, находящегося (находящихся) под вакуумом. На каждом драгоценном
10 камне, когда он находится на ассоциированном с ним сопле, проводят одно или более измерений с целью идентифицировать по меньшей мере одно свойство указанного драгоценного камня. Каждый драгоценный камень подают в контейнер, выбранный из множества контейнеров в зависимости от измеренного свойства указанного
15 драгоценного камня.

В соответствии с еще одним аспектом изобретения предлагается способ исследования драгоценных камней, включающий индивидуальное извлечение драгоценных камней из подаваемого множества драгоценных камней с использованием движущегося сопла или набора сопел, находящегося (находящихся) под вакуумом. Драгоценный камень
20 освобождают в зоне сбрасывания, так что он проходит, в свободном падении, через измерительную ячейку. При свободном падении драгоценного камня через измерительную ячейку измеряют по меньшей мере одно его свойство. Затем каждый драгоценный камень может быть направлен в контейнер, выбранный из множества контейнеров в зависимости от измеренного свойства указанного драгоценного камня.

25 Операция направления драгоценного камня в выбранный контейнер может включать сбрасывание драгоценного камня в гнездо вращающейся гнездовой карусели и выведение драгоценного камня из гнезда в месте, определяемом измеренными свойствами драгоценного камня.

В соответствии со следующим аспектом изобретения предлагается сопло для
30 удерживания драгоценного камня. Оно содержит стенку, окружающую канал для подачи вакуума к отверстию сопла и выполненную из прозрачного материала. В канале находится преграда, перекрывающая линию наблюдения от отверстия вдоль канала и содержащая диффузно отражающую поверхность на обращенной к отверстию стороне. Несущая конструкция удерживает преграду в заданном положении, в котором поток
35 воздуха способен обтекать преграду.

В соответствии с другим аспектом изобретения также предлагается сопло для удерживания драгоценного камня. Это сопло имеет центральный канал для подачи вакуума к множеству отверстий, проходящих через, по существу, плоскую опорную торцевую сторону сопла, на которой своей плоской поверхностью может удерживаться
40 драгоценный камень. Сопла могут иметь различные длины, чтобы сделать возможным анализ камней различных размеров.

В одном варианте драгоценный камень автоматически извлекается (захватывается) вакуумным соплом из подаваемого множества драгоценных камней и освобождается (сбрасывается с конца сопла) в результате приложения к нему положительного давления в момент, известный измерительной системе, и в заданном месте, в непосредственной
45 близости к одному или более измерительным устройствам, так что он падает, в определенном временном окне, по заданной траектории через измерительные устройства.

В другом варианте драгоценный камень извлекается вакуумным соплом и доставляется, будучи зафиксированным на сопле, по меньшей мере к первому месту измерения, так что положение и момент его доставки находятся под контролем.

Драгоценный камень может последовательно доставляться на сопле к множеству измерительных устройств, каждое из которых будет принимать его в контролируемое время и в контролируемом месте, причем каждое устройство может проводить отличные от других, но, возможно, взаимодополнительные измерения.

Еще в одном варианте драгоценный камень доставляется, будучи зафиксированным на сопле, к первому месту измерения, где выполняется серия различных наблюдений при изменении ориентации драгоценного камня посредством манипулирования соплом, например его вращением вокруг своей оси.

В другом варианте драгоценные камни последовательно доставляют к множеству измерительных устройств, каждое из которых измеряет, по существу, идентичные свойства, причем, чтобы получить серию различных наблюдений, ориентацию драгоценного камня изменяют посредством манипулирования соплом, например его вращением вокруг своей оси.

Должно быть понятно, что допустимо комбинирование любых из рассмотренных признаков.

Кроме того, любой из рассмотренных вариантов может быть реализован с применением вакуумного сопла, физические свойства которого выбраны из условия оказания пренебрежимо малого влияния на результат измерения. В частности для оптических измерений используется, по существу, прозрачное сопло, снабженное преградой (заслонкой) с диффузно отражающей поверхностью, чтобы перекрыть прямую линию наблюдения от оптического средства проверки через драгоценный камень вдоль канала вакуумного сопла.

Краткое описание чертежей

Далее, только в качестве примеров, будут описаны, со ссылками на прилагаемые чертежи, предпочтительные варианты изобретения.

На фиг. 1 представлена схематичная иллюстрация аппарата для транспортирования индивидуальных объектов к месту измерения.

На фиг. 2 аппарат по фиг. 1 схематично изображен на виде сверху.

На фиг. 3 схематично, на виде сверху, представлен альтернативный вариант аппарата по фиг. 1.

На фиг. 4 схематично, на виде сверху, представлен аппарат, схожий с аппаратом по фиг. 1, но использующий различные точки сбрасывания.

На фиг. 5 схематично иллюстрируется альтернативное расположение набора сопел.

На фиг. 6 приведена схематичная иллюстрация измерительной ячейки.

На фиг. 7 схематично изображено сопло в продольном сечении.

На фиг. 8 показано альтернативное сопло.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 проиллюстрирован аппарат 100 для транспортирования индивидуальных объектов к месту измерения. Далее аппарат будет описываться в контексте транспортирования драгоценных камней, таких как алмазы; однако, должно быть понятно, что он может использоваться и при транспортировании других мелких объектов. На фиг. 2 показаны, на виде сверху, некоторые части аппарата 100.

Аппарат 100 содержит питающий диск 102, вдоль периферийной кромки которого проходит желоб 104. Данный диск приводится во вращение установленным под ним двигателем 106.

При вращении диска в его желоб 104 поступает поток камней. Камни могут быть загружены в бункер 208 (на фиг. 1 не изображен) и, чтобы обеспечить равномерный поток, подаваться через пару гибких взаимодействующих роликов. Питатели этого типа описаны, например, в GB 2162828, GB 2194518 и GB 2194779; однако, должно быть

5 понятно, что может быть использован любой подходящий питатель.

По окружности связанной с питателем подающей платформы 112, установленной выше желоба 104 и смещенной относительно него в поперечном направлении, размещен набор сопел 110a, 110b..., так что часть этого набора находится над желобом, как это можно видеть из фиг. 2. Подающая платформа 112 приводится во вращение в

10 направлении, противоположном направлению вращения диска 102, так что в зоне, где сопла проходят над желобом, они движутся с ним в одном направлении. Точного согласования скоростей не требуется. На фиг. 2 подающая платформа 112 и диск 102 показаны, как имеющие одинаковый размер, так что они будут иметь одинаковую скорость вращения. Однако должно быть понятно, что подающая платформа 112 и

15 диск могут иметь различные размеры при условии соответствующего согласования их скоростей вращения.

Каждое сопло 110a, 110b... установлено на подающей платформе в продольном держателе 114, ориентированном, по существу, вертикально. Каждый держатель 114 является подвижным в ограниченных пределах относительно подающей платформы

20 112 по вертикали, причем он подпружинен так, чтобы при нормальном функционировании он находился в верхней точке своего интервала перемещений. На верхнем конце каждого держателя 114 установлен следящий ролик 118.

Над набором сопел, в зоне его перекрытия с желобом 104, находится кулачковая поверхность. При прохождении каждого сопла под кулачковой поверхностью следящий

25 ролик 118 контактирует с ней, в результате чего держатель 114 отжимается вниз, в сторону желоба 104, так что сопло 110a, 110b... оказывается в непосредственной близости к желобу 104 в то время, как они движутся с той же скоростью, по существу, по параллельным траекториям.

При вращении диска 102 камни транспортируются к точке 122 извлечения, находящейся в зоне перекрытия между желобом и подающей платформой. Посредством

30 системы откачки (не изображена) к соплам прикладывается вакуум. Когда каждое сопло проходит над точкой 122 захвата, оно посредством кулачковой поверхности 120 отжимается в своем держателе 114 вниз и при этом движется примерно в том же направлении, что и слой камней в желобе 104, непосредственно над этим слоем. Поэтому

35 один из камней захватывается этим соплом 110a, 110b, 110c...

В процессе вращения подающей платформы камни, находящиеся на соплах, проходят через одну или более измерительных ячеек 224, 230, 232, 234, 236, схематично изображенных на фиг. 2, но не показанных на фиг. 1. Измерительные ячейки могут быть сконфигурированы с возможностью измерять различные свойства камня, например

40 его цвет, форму или чистоту.

Первая измерительная ячейка 224 обеспечивает получение оценки оптических свойств камня. Исходящее от стенок 226 ячейки рассеянное излучение освещает камень по всем направлениям. На дне ячейки расположена камера 228, так что она находится под

45 камнем, когда он проходит через ячейку 224. Камера регистрирует изображение камня, которое затем может анализироваться с целью получить количественную оценку оптических свойств, например цвета, а также присутствия в камне дефектов или включений.

Чтобы получить дополнительную информацию о цвете, одна из измерительных ячеек

(например ячейка 230) может быть снабжена осветительным средством 238, сконфигурированным для рассеивания излучения в сторону камня на сопле. Камера 240 расположена в ячейке таким образом, чтобы регистрировать изображение, формируемое излучением, прошедшим сквозь камень. Процессор (не изображен) может производить анализ изображения, чтобы идентифицировать цвет камня. Альтернативно, в измерительную ячейку может быть помещен спектрометр, чтобы непосредственно в ячейке определять длину волны (длины волн) пропущенного излучения. Подобная схема может использоваться для получения полного спектра поглощения камня в инфракрасном (ИК), ультрафиолетовом (УФ) и/или видимом диапазонах.

Альтернативно, для анализа камня может использоваться любой иной способ, предусматривающий возбуждение камня посредством рентгеновского, ИК, УФ и/или видимого (включая лазерное) излучений в сочетании с соответствующим методом детектирования.

Другие измерительные ячейки 232, 234, 236 могут использоваться, чтобы идентифицировать цвет камня. Каждая ячейка содержит осветительное средство 242, 244, 246, чтобы освещать камень рассеянным излучением, когда он проходит через данную ячейку, и камеру 248, 250, 256, чтобы зарегистрировать цветное изображение камня в этой ячейке. На подающей платформе или вблизи нее установлен кулачок или другое подходящее устройство (не изображено), сконфигурированное для вращения держателей 114 и, тем самым, сопел 110 с прикрепленными к ним камнями вокруг их осей, когда они находятся между каждой парой ячеек 232, 234, 236, как это схематично проиллюстрировано на фиг. 2. В результате регистрируется серия цветных изображений каждого камня при его различных ориентациях, что позволяет рассчитать цвет камня.

Должно быть понятно, что можно эффективно скомбинировать ячейки 232, 234, 236 таким образом, чтобы единственный источник рассеянного излучения использовался для освещения камня в множестве его различных местонахождений, вблизи которых размещена совокупность камер. Таким образом, не требуется точного согласования количеств источников излучения и камер, т.е. нет необходимости для достижения согласования вводить специально отдельные ячейки.

Возможно также проведение дополнительных измерений в дополнительных измерительных ячейках (не изображены). В частности, измерительные ячейки могут быть сконфигурированы так, чтобы измерять другие свойства драгоценных камней, такие как чистота, размер, характеристики поглощения, например ИК или УФ спектры поглощения. Можно также ввести спектрометр комбинационного рассеяния, чтобы идентифицировать материал драгоценного камня, например определять, является ли он алмазом. Если будет собрано достаточно данных по необработанным камням, можно будет также измерить (в процентах) объем ограненных драгоценных камней, который может быть получен из исследуемых необработанных камней, или даже размеры и цены готовых драгоценных камней. Другая возможность состоит в том, что никаких измерений не проводится, а устройство используется для проверки небольшой доли камней. Согласно другой альтернативе проводится определенное измерение, и дальнейшие действия с контролируемой порцией камней с целью получения "однородной" выборки определяются результатами этого измерения.

При продолжении вращения подающей платформы каждый камень проходит над серией точек распределения, расположенных над спусковыми лотками 260, 262, 264, каждый из которых образует канал подачи в отдельный приемный контейнер. Приемный контейнер, в который должен быть направлен каждый камень, определяется свойствами камня, идентифицированными при его проходе через измерительные ячейки, так что

для этого камня в качестве подходящей для него точки распределения выбирается один из спускных лотков 260, 262, 264.

Когда камень проходит над выбранной точкой распределения, приложенное к соплу давление реверсируется, так что камень сдувается с сопла в нужный распределительный спускной лоток 260, 262, 264. У каждого держателя имеется расположенное над соплом "сдувное отверстие" (на фиг. 1 не изображено), позволяющее подать в это сопло струю воздуха. Таким образом, система откачки может непрерывно поддерживать во всех соплах "вакуум", который селективно преодолевается для индивидуальных сопел в выбранных точках распределения путем вдувания в эти сопла воздуха, когда это требуется.

Например, если драгоценные камни сортируются по цвету, каждый из спускных лотков 260, 262, 264 может быть ассоциирован с определенным цветом. Цвет каждого камня был идентифицирован, когда он проходил через цветоизмерительную ячейку 230, и по результатам данного измерения был выбран соответствующий контейнер.

Следует отметить, что положение любого камня может быть однозначно связано с вакуумным соплом, посредством которого он был извлечен из желоба 104. Пока камни находятся в диске 102, они перемешаны и неразличимы, но как только один из них был поднят посредством сопла, продвижение этого камня через измерительную ячейку может быть отслежено, так что с ним можно будет ассоциировать результаты различных измерений, полученные в ячейках 224, 230, 232, 234, 236. Таким образом, до принятия решения о контейнере, в который он должен быть направлен, может быть получено полное представление об оптических свойствах (и/или о форме или размерах) соответствующего камня.

Как альтернатива (или дополнение) непосредственного распределения камней по набору контейнеров, аппарат может быть снабжен поворотной гнездовой каруселью для распределения камней по большему количеству контейнеров. Этот вариант будет рассмотрен со ссылками на фиг. 3, на которой схематично, на виде сверху, представлен аппарат по фиг. 1 и 2 с дополнительной каруселью 300, расположенной под распределительным спускным лотком 264.

Карусель 300 вращается в направлении, противоположном направлению вращения подающей платформы 112, и содержит набор выдачных гнезд 310a, 310b, 310c..., в которые могут подаваться камни. Каждый раз, когда сопло с прикрепленным к нему камнем проходит над распределительным спускным лотком 264, давление в этом сопле реверсируется и камень сдувается в распределительный спускной лоток 264, падая в выданное гнездо, которое в данный момент находится под ним. Система отслеживает, какие именно камни упали в какие гнезда, поскольку известны относительные положения гнезд 310a, 310b... карусели и сопел 110a, 110b... на подающей платформе.

Под каруселью находится комплект спускных лотков 320a, 320b, 320c..., ведущих к дискретным контейнерам. Контейнер, подходящий для каждого определенного камня, выбирается в зависимости от выбранного свойства, такого как цвет, так что, когда гнездо, в котором находится этот камень, будет проходить над спускным лотком, ведущим в выбранный контейнер, активируется соленоид, чтобы раскрыть основание гнезда и сбросить лежавший в гнезде камень в спускной лоток.

Преимущество этого механизма состоит в том, что он максимизирует количества доступных контейнеров и измерительных ячеек. Поскольку необходимо иметь только одну точку 264 подачи, обеспечивается пространство для большего количества измерительных ячеек на подающей платформе, тогда как гнездовая карусель обеспечивает доступ к большому количеству контейнеров. Относительные скорости

вращения подающей платформы 112 и карусели 300 известны, и это гарантирует известность положения каждого индивидуального камня, когда он удерживается на одном из сопел 110a, 110b... и когда он затем находится в одном из гнезд 310a, 310b, 310c... Тем самым для каждого камня обеспечивается возможность правильного выбора

5 спускного лотка.

Должно быть понятно, что может быть также использована и комбинация двух описанных вариантов, т.е. ниже набора сопел может иметься группа подающих спускных лотков 260, 262, 264, один из которых связан с каруселью 300, а другие - непосредственно с контейнерами.

10 В другой модификации спускной лоток 264, ведущий к карусели, может проходить через детектор двойной выдачи, сконфигурированный с возможностью обнаруживать падение по спускному лотку двух камней. Подходящие детекторы множественной подачи включают детекторы с многоосевыми пучками, описанные, например, в GB 2178547 и GB 2184832. Одновременное сбрасывание может произойти, например, если

15 одним соплом были захвачены два камня. В этом случае будет выбран находящийся под каруселью контейнер "возврата", из которого камни возвращают на диск 102. В этом может не быть необходимости, если какие-то из измерительных ячеек 232, 234, 236 смогли определить по форме объекта на любом конкретном сопле, что на нем присутствуют два камня.

20 Альтернативно или в дополнение, подающий спускной лоток может содержать дополнительную измерительную ячейку (не изображена), через которую пролетают камни, сдутые с сопла. Эта измерительная ячейка может содержать источник излучения и одну или более камер для определения других свойств камня при его пролете между источником излучения и камерой (камерами). Примеры таких измерений в свободном

25 падении (полете) описаны в GB 2184832. Подобное дополнительное измерение может выполняться с учетом решения, в какой именно контейнер должен быть распределен камень в конечном итоге.

Могут быть предложены различные конфигурации описанных выше компонентов. В одном примере аппарат может быть сконфигурирован с возможностью исключать

30 камни, оптические свойства которых (например чистота) находятся ниже заданного порогового уровня. После этого камни со свойствами лучше пороговых измеряются и сортируются на основе второго критерия.

Этот подход будет пояснен со ссылками на фиг. 4, где схематично, на виде сверху, показаны части аппарата 400, весьма схожего с представленным на фиг. 1-3. На этой

35 фигуре измерительные ячейки не изображены, но отмечены точки, в которых происходят те или иные события. В данном примере сравнение с пороговым уровнем цвета и определение чистоты выполняются "на сопле", в двух точках 410, 412. Если камень имеет цвет хуже порогового уровня цвета (например, если у него уровень коричневой составляющей в спектре выше заданного), то в первой точке 414 отбраковывания он

40 сдувается с сопла в первый "отходный" контейнер. Если он проходит первый тест, но его чистота оказывается ниже пороговой, во второй точке 416 отбраковывания он сдувается с сопла во второй "отходный" контейнер. Камень, прошедший оба начальных теста, сдувается с сопла в точке 464 "измерить и выдать" и падает через измерительную ячейку в гнездо находящейся ниже карусели (на фиг. 4 не изображена).

45 На фиг. 5 иллюстрируется вариант аппарата 500, альтернативный по отношению к показанному на фиг. 1. В варианте по фиг. 5 платформа 512 наклонена по отношению к диску 102, так что сопла 510a, 510b, 510c... приближаются к желобу 104 в точке 522, в которой диск 102 и платформа 512 взаимно перекрываются. Это устраняет

необходимость кулачковой поверхности и держателей, подвижных по вертикали. При этом устройство и расположение измерительных ячеек и точек сбрасывания в спускные лотки и/или на карусель, расположенную под платформой, остаются неизменными.

На фиг. 6 представлена схематичная иллюстрация измерительной ячейки 224, сконфигурированной для получения изображения проходящего через нее камня 600, прикрепленного к соплу 110а. Ячейка содержит источник 226 рассеянного оптического излучения, охватывающий боковые стороны ячейки 224, чтобы освещать камень со всех направлений. Источник рассеянного излучения может содержать светорассеивающий компонент, установленный перед индивидуальными источниками излучения, или отражающий материал, покрывающий стенки ячейки в сочетании с отдельным источником излучения (не изображен), направляющим излучение в ячейку. Должно быть понятно, что ячейка изображена прямоугольной только для наглядности, тогда как допустима любая ее форма. В частности, реальная ячейка этого типа может быть цилиндрической. На основание ячейки установлена камера 228, направленная вверх, так что она может получить изображение драгоценного камня, когда он проходит над ней, будучи освещенным со всех направлений.

На фиг. 7 в увеличенном масштабе, в сечении, изображено сопло 110а, показанное на фиг. 6. Оно сконструировано так, чтобы камера не могла наблюдать распространяющийся в канале свет, соответствующий отражениям внутри камня, которые, естественно, воспринимались бы как темные элементы. Если бы данные меры не были приняты, при анализе алмаза в нем обнаруживались бы ложные темные элементы.

У сопла 110а имеется стенка 702, окружающая канал 704, к которому приложен вакуум, чтобы зафиксировать камень на сопле. Стенка 702 выполнена из прозрачного материала, чтобы сквозь нее могло проходить излучение. Линия наблюдения, проходящая от отверстия 708 сопла вдоль канала, перекрыта частичной непрозрачной преградой 706, имеющей диффузно отражающую белую поверхность. Преграда имеет естественное освещение, поступающее снаружи сквозь прозрачную стенку 702 сопла, и поэтому кажется имеющей примерно ту же освещенность, что и окружающие ее части. Изображение, полученное камерой 228, наблюдающей камень вдоль канала, или луч, проходящий вдоль канала 704 сопла 110а, не будет содержать никаких ложных темных элементов, вносимых соплом.

Преграда 706 может являться частичной, т.е. не перекрывающей сообщение между отверстием 708 сопла и зоной пониженного давления в канале 704. С этой целью преграда поддерживается дискретными перемычками 710, которые отходят от стенки 702 сопла и не видны на прямой линии наблюдения, направленной к верхней стенке сопла. На фиг. 7 эти перемычки показаны отходящими в поперечном направлении от преграды 706; однако, должно быть понятно, что они могут отходить от преграды вверх, т.е. будут эффективно скрыты за преградой при рассматривании сопла снизу вверх. При этом можно ожидать, что любая конструкция в форме лабиринта, обеспечивающая обтекание преграды потоком воздуха, окажется приемлемой.

На фиг. 8 показан альтернативный вариант сопла 810. Было установлено, что различные ориентации некоторых камней при их закреплении вызывали дисперсию измерений, превышающую желательную. Так, дисперсия результатов измерений камней, захваченных соплом таким образом, что вершина или угол камня оказалась (оказался) введенной (введенным) в устье сопла, была намного больше, чем в случае варианта установки с прижатием плоской грани камня к отверстию сопла. Чтобы гарантировать, что камень был извлечен с прижатием его плоской грани к отверстию сопла, может

использоваться сопло 810 с несколькими отверстиями, как это показано на фиг. 8. Вместо единственного отверстия 708, имеющегося у сопла 110а по фиг. 7, у сопла 810 имеется, по существу, плоская торцевая сторона 870 с группой проходящих сквозь нее отверстий 871. В этом примере имеется семь отверстий, шесть из которых расположены в вершинах шестигранника, окружающего одно центральное отверстие. Однако должно быть понятно, что можно использовать и другие количества и расположения отверстий. Эффект от их применения состоит в обеспечении такой ориентации камня, извлеченного соплом, при которой его плоская грань обращена к отверстиям сопла.

Должно быть понятно, что сопло может быть снабжено единственным центральным каналом, ведущим ко всем отверстиям, или множеством каналов, каждый из которых ассоциирован со своим собственным отверстием.

Другой вариант сопла может быть сконфигурирован так, чтобы обеспечить возможность измерений через сопло. Это означает, что компоненты измерительных устройств, такие как лазеры, светодиоды, спектрометры и камеры, можно сконфигурировать для испускания и приема излучения через сопло вместо осуществления испускания и приема излучения из зон, примыкающих к соплу. Один вариант сопла, сконфигурированного для применения с измерительными устройствами с целью детектирования алмазосодержащего материала, использует рамановскую спектроскопию и соответственно содержит источник излучения, предназначенный для освещения камня, и спектрометр, предназначенный для приема рамановского излучения, испускаемого камнем. При этом сопло имеет продольный канал и введенный в него оптоволоконный пучок. Канал сконфигурирован с возможностью отведения проходящего через канал потока воздуха, обеспечивающего вакуум, от области сопла в его нижней секции, чтобы сделать канал пригодным для помещения в него оптоволоконного пучка. Один такой оптоволоконный пучок выполнен с возможностью принимать излучение от источника излучения и выводить это излучение через открытый конец сопла. Как было описано выше, камень удерживается на конце сопла под действием вакуума, прикладываемого через открытый конец сопла, так что он открыт для испускаемого излучения. Другой оптоволоконный пучок предназначен для приема рамановского излучения от камня и переноса этого излучения к спектрометру. Использование такой конструкции сопла позволяет детектировать алмазосодержащий материал через сопло, когда камень переносится соплом к зонам измерений, используемым для проведения других измерений.

В варианте аппарата, содержащем сопло подобной конструкции, источник излучения и спектрометр синхронно вращаются вместе с соплом на общей платформе, что позволяет определять, содержит ли камень алмазный материал, в процессе перемещения камня на сопле. Достигаемое при этом преимущество состоит в том, что измерение методом рамановской спектроскопии может производиться в течение более длительного периода, чем в аппаратах, в которых камень проходит мимо измерительного устройства, расположенного сбоку от подающей платформы.

Еще в одном варианте аппарат содержит описанное сопло, в подающей платформе выполнено отверстие, а источник излучения и спектрометр находятся в фиксированном положении над подающей платформой. В результате при вращении платформы относительно источника излучения и спектрометра данное отверстие проходит под ними. В аппаратах такого типа при прохождении удерживаемого на сопле камня мимо отверстия излучение, испускаемое источником, проходит через отверстие, а затем поступает через один из оптоволоконных пучков, введенных в сопло, к открытому концу сопла и к находящемуся на его конце камню. Рамановское излучение, испускаемое при этом камнем, принимается другим оптоволоконным пучком и подводится по нему

к спектрометру.

Описанное сопло может применяться и с другими измерительными устройствами.

Осуществление измерений через сопло позволяет поместить измерительное устройство ближе к концу сопла, т.е. к камню. Кроме того, если подающая платформа регулируется по высоте, настройка измерительного устройства по высоте может не потребоваться.

В одном примере аппарат способен осуществлять сортировку камней с диаметрами в интервале примерно 1-7,5 мм по различным категориям цвета с суммарной производительностью 8 камней/с.

Различные категории цвета задаются запрограммированной картой сортировки, которая определяет конечное местоположение камня. В частности, программа может задавать направление камней трех оттенков желтого в одно место или их сортировку с направлением в три различных места.

Например, если был детектирован одновременный захват двух или более камней или если карта сортировки по цвету не в состоянии установить, какая именно категория камней должна учитываться на данном проходе, камни возвращаются обратно в бункер, чтобы пройти исследование повторно.

Должно быть понятно, что изобретение может охватывать и различные модификации описанных выше вариантов. Например, набор сопел был описан как прикрепленный к круглой подающей платформе. Однако допустимы и варианты, в которых сопла приводятся во вращение от ременного привода, а не посредством платформы. Допустимо также, чтобы в аппарате для проведения комплексных измерений вместо набора сопел использовалась единственная роботизированная рука. Следует также учитывать, что аппарат может применяться не только для целей сортировки. Например, может быть проведена серия измерений для всех камней определенного пакета, но все эти камни могут быть поданы в один и тот же контейнер. При этом результаты измерений могут быть использованы, чтобы определить суммарную ценность пакета.

Кроме того, должно быть понятно, что аппарат может применяться для исследования и/или сортировки как необработанных, таких и обработанных драгоценных камней.

(57) Формула изобретения

1. Аппарат для исследования драгоценных камней, содержащий:

вакуумное сопло для извлечения драгоценных камней из подаваемого множества драгоценных камней;

транспортирующий механизм для транспортирования сопла и удерживаемого им драгоценного камня к одному или более мест измерения;

измерительную систему, содержащую множество измерительных устройств, установленных вблизи одного или более мест измерения и сконфигурированных для измерения одного или более свойств драгоценного камня;

причем по меньшей мере одно из множества измерительных устройств расположено вблизи по меньшей мере одного из указанных мест измерения с возможностью измерять по меньшей мере одно из указанных свойств драгоценного камня, удерживаемого соплом, при этом транспортирующий механизм сконфигурирован с возможностью последовательной доставки драгоценного камня, удерживаемого соплом, к множеству измерительных устройств, принимающих драгоценный камень в контролируемые моменты и в контролируемых местах;

управляющую систему, функционально связанную с вакуумным соплом и с измерительной системой и сконфигурированную для обеспечения подхода драгоценного камня к единственному или каждому месту измерения в известное измерительной

системе время, и

систему приложения положительного давления для отделения драгоценного камня от сопла в зоне сбрасывания.

2. Аппарат по п. 1, дополнительно содержащий средство манипулирования соплом в процессе его продвижения между измерительными устройствами с целью изменения ориентации драгоценного камня, в частности путем вращения сопла вокруг своей оси.

3. Аппарат по п. 2, в котором по меньшей мере некоторые из измерительных устройств выполнены, по существу, идентичными для обеспечения измерений одного и того же свойства драгоценного камня при различных ориентациях.

4. Аппарат по п. 1 или 2, в котором каждое измерительное устройство сконфигурировано для проведения измерений, отличных от производимых другими устройствами, с возможностью проведения некоторыми из устройств взаимодополнительных измерений.

5. Аппарат по п. 1, в котором зона сбрасывания совпадает с одним из указанных мест измерения с обеспечением возможности падения драгоценного камня, в определенном временном окне, после его отделения от сопла, по заданной траектории через одно или более измерительных устройств.

6. Аппарат по п. 1, в котором одно или более свойств включают оптические свойства.

7. Аппарат по п. 1, дополнительно содержащий множество приемных контейнеров, способных принимать выдаваемые драгоценные камни, при этом выбор приемного контейнера при выдаче каждого драгоценного камня производится в зависимости от одного или более его измеренных свойств.

8. Аппарат по п. 7, содержащий множество зон сбрасывания, каждая из которых ассоциирована с механизмом доставки к одному из приемных контейнеров с обеспечением выбора зоны сбрасывания, в которой к любому заданному соплу прикладывается положительное давление, в зависимости от одного или более измеренных свойств камня, удерживаемого указанным соплом.

9. Аппарат по п. 7 или 9, дополнительно содержащий:

поворотную карусель, содержащую множество гнезд, по меньшей мере часть которых расположена под единственной или под одной из зон сбрасывания с обеспечением падения драгоценного камня, сброшенного в указанной зоне сбрасывания в одно из гнезд;

множество селективно активируемых точек вывода для вывода драгоценных камней из гнезд, причем каждая точка вывода ассоциирована с механизмом доставки к одному из приемных контейнеров, а аппарат сконфигурирован с возможностью активирования точки вывода, выбранной в зависимости от измеренных свойств камня, находящегося в гнезде, проходящем через указанную точку вывода.

10. Аппарат по п. 9, в котором карусель сконфигурирована для вращения, при котором гнездо, проходящее под зоной сбрасывания, движется, по существу, с той же скоростью и в том же направлении, что и сопло, движущееся через зону сбрасывания.

11. Аппарат по п. 9, дополнительно содержащий детектор двойной выдачи для обнаружения сбрасывания двух или более камней в зоне сбрасывания в одно гнездо.

12. Аппарат по п. 1, в котором одно из измерительных устройств содержит источник рассеянного излучения, комплект наблюдательных средств в виде камер, установленных в различных точках, и средство разворота сопла в направлении указанных точек, причем наблюдательные средства подключены к процессорному средству для идентификации цвета драгоценного камня при его освещении от источника излучения.

13. Аппарат по п. 1, в котором одно из измерительных устройств содержит

спектрометр для определения спектра поглощения драгоценного камня, проходящего через указанную измерительную ячейку.

14. Аппарат по п. 1, в котором одно или более измерительных устройств содержат коллимированный источник излучения для получения силуэтных изображений каждого драгоценного камня.

15. Аппарат по п. 14, дополнительно содержащий процессорное средство для построения, по серии изображений, трехмерной модели формы каждого драгоценного камня.

16. Аппарат по п. 1, в котором одно из измерительных устройств содержит источник рассеянного излучения и камеру, расположенную ниже заданной траектории перемещения для получения изображения каждого драгоценного камня снизу.

17. Аппарат по п. 1, в котором каждое сопло содержит:

стенку, окружающую канал для подачи вакуума к отверстию сопла и выполненную из прозрачного материала;

находящуюся в канале преграду, перекрывающую линию наблюдения от отверстия вдоль канала и имеющую на обращенной к отверстию стороне диффузно отражающую поверхность, и

несущую конструкцию для закрепления преграды в заданном положении, в котором поток воздуха способен обтекать преграду.

18. Аппарат по п. 1, в котором по меньшей мере одно сопло имеет стенку, окружающую канал для подачи вакуума к отверстию сопла, и в котором по меньшей мере одно измерительное устройство способно измерять по меньшей мере одно оптическое свойство драгоценного камня через указанный канал.

19. Аппарат по п. 18, в котором по меньшей мере одно сопло дополнительно содержит в своем канале по меньшей мере одно оптоволокно и сконфигурировано с обеспечением возможности обтекания оптоволокна потоком воздуха.

20. Аппарат по п. 18 или 19, в котором по меньшей мере одно измерительное устройство способно перемещаться синхронно по меньшей мере с одним соплом и измерять по меньшей мере одно оптическое свойство драгоценного камня через канал в любой момент в процессе транспортирования сопла и драгоценного камня.

21. Аппарат по п. 18 или 19, в котором по меньшей мере одно измерительное устройство зафиксировано относительно транспортирующего механизма и способно измерять по меньшей мере одно оптическое свойство драгоценного камня через канал при прохождении драгоценного камня через соответствующее место измерения.

22. Аппарат по п. 1, дополнительно содержащий набор сопел, расположенных по периметру вращающейся платформы, способной вращаться для функционирования как транспортирующий механизм.

23. Аппарат по п. 22, в котором указанная платформа снабжена серией отверстий, каждое из которых сообщается с одним соплом, рассчитанным на прием струи текучей среды для приложения к указанному соплу положительного давления в зоне сбрасывания.

24. Аппарат по п. 22 или 23, дополнительно содержащий диск для подведения драгоценных камней к набору сопел, способный двигаться в том же направлении, что и сопло при прохождении зоны извлечения.

25. Аппарат по п. 24, в котором диск смещен в поперечном направлении относительно набора сопел, причем диск и набор сопел сконфигурированы для вращения в противоположных направлениях.

26. Аппарат по п. 24, дополнительно содержащий кулачковую поверхность,

расположенную над зоной извлечения, при этом каждое сопло находится в держателе, сконфигурированном для отслеживания контура кулачковой поверхности и подведения сопла ближе к диску при прохождении сопла через зону извлечения.

27. Аппарат по п. 24, в котором набор сопел сконфигурирован для вращения вокруг
5 оси, расположенной под углом к оси вращения диска, для осуществления сближения сопел с диском при их приближении к зоне извлечения.

28. Аппарат по п. 24, дополнительно содержащий управляемый механизм подачи для подачи камней в диск с заданным расходом.

29. Аппарат по п. 1, в котором, с целью повысить вероятность удерживания соплом
10 плоской грани камня, единственное или каждое сопло снабжено множеством отверстий, проходящих через его, по существу, плоскую торцевую сторону.

30. Способ сортировки драгоценных камней, включающий:

индивидуальное извлечение драгоценных камней из подаваемого множества
15 драгоценных камней с использованием движущегося сопла или набора сопел, находящегося (находящихся) под вакуумом;

транспортировку сопла или набора сопел и удерживаемых ими драгоценных камней
к одному или более мест измерения вблизи измерительных устройств, так что каждый драгоценный камень последовательно доставляется к множеству измерительных
устройств, принимающих драгоценный камень в контролируемые моменты и в
20 контролируемых местах

проведение на каждом драгоценном камне множества измерений, причем по меньшей
мере одно из множества измерений выполняют на каждом драгоценном камне, когда он находится на ассоциированном с ним сопле, с целью идентифицировать по меньшей
мере одно свойство указанного драгоценного камня;

25 подачу каждого драгоценного камня в контейнер, выбранный из множества контейнеров в зависимости от измеренного свойства указанного драгоценного камня.

31. Способ исследования драгоценных камней, включающий:

индивидуальное извлечение драгоценных камней из подаваемого множества
30 драгоценных камней с использованием движущегося сопла или набора сопел, находящегося (находящихся) под вакуумом;

освобождение драгоценного камня в зоне сбрасывания, так что он проходит, в
свободном падении, через измерительную ячейку, и

измерение по меньшей мере одного свойства драгоценного камня при его свободном
падении через измерительную ячейку.

32. Способ сортировки драгоценных камней, включающий:

индивидуальное извлечение драгоценных камней из подаваемого множества
40 драгоценных камней с использованием движущегося сопла или набора сопел, находящегося (находящихся) под вакуумом;

проведение на каждом драгоценном камне, когда он находится на ассоциированном
с ним сопле, одного или более измерений с целью идентифицировать по меньшей мере
одно свойство указанного драгоценного камня,

освобождение драгоценного камня в зоне сбрасывания, так что он проходит, в
свободном падении, через измерительную ячейку, и

измерение по меньшей мере одного свойства драгоценного камня при его свободном
45 падении через измерительную ячейку.

33. Способ по п. 31 или 32, дополнительно включающий направление каждого
драгоценного камня в контейнер, выбранный из множества контейнеров в зависимости
от измеренного свойства указанного драгоценного камня.

34. Способ по п. 30 или 33, в котором операция направления драгоценного камня в выбранный контейнер включает сбрасывание драгоценного камня в гнездо вращающейся гнездовой карусели и выведение драгоценного камня из гнезда в месте, определяемом измеренными свойствами драгоценного камня.

5 35. Сопло для удерживания драгоценного камня, содержащее:

стенку, окружающую канал для подачи вакуума к отверстию сопла и выполненную из прозрачного материала;

10 находящуюся в канале преграду, перекрывающую линию наблюдения от отверстия вдоль канала и имеющую на обращенной к отверстию стороне диффузно отражающую поверхность, и

несущую конструкцию для удерживания преграды в заданном положении, в котором поток воздуха способен обтекать преграду.

15 36. Сопло для удерживания драгоценного камня, имеющее центральный канал для подачи вакуума к множеству отверстий, проходящих через, по существу, плоскую опорную торцевую сторону сопла, пригодную для удерживания на ней плоской поверхности драгоценного камня.

20

25

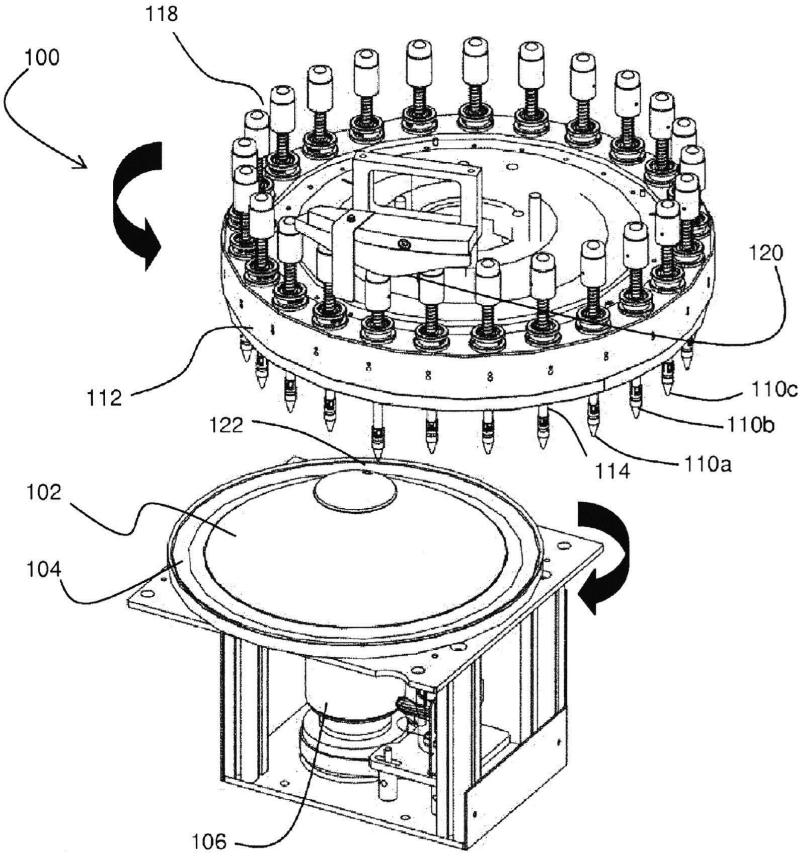
30

35

40

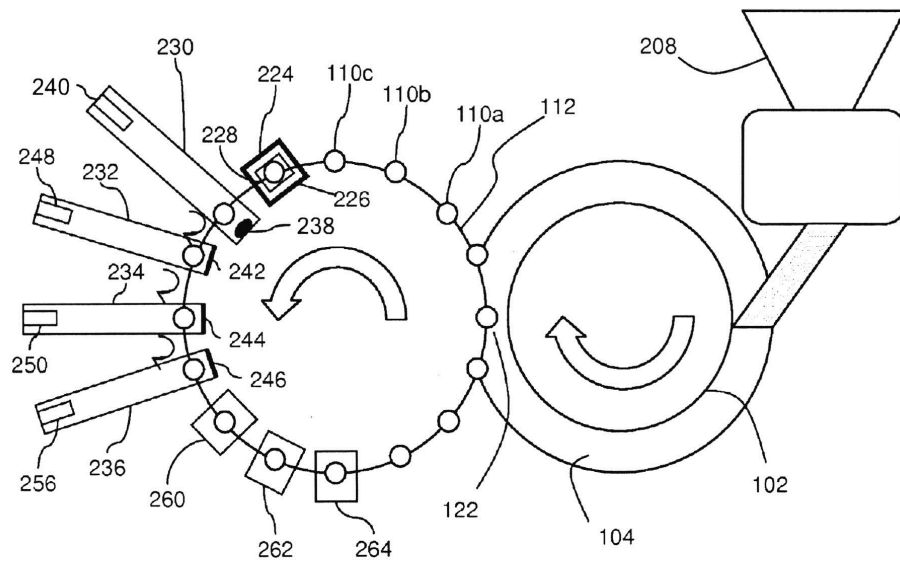
45

1



ФИГ. 1

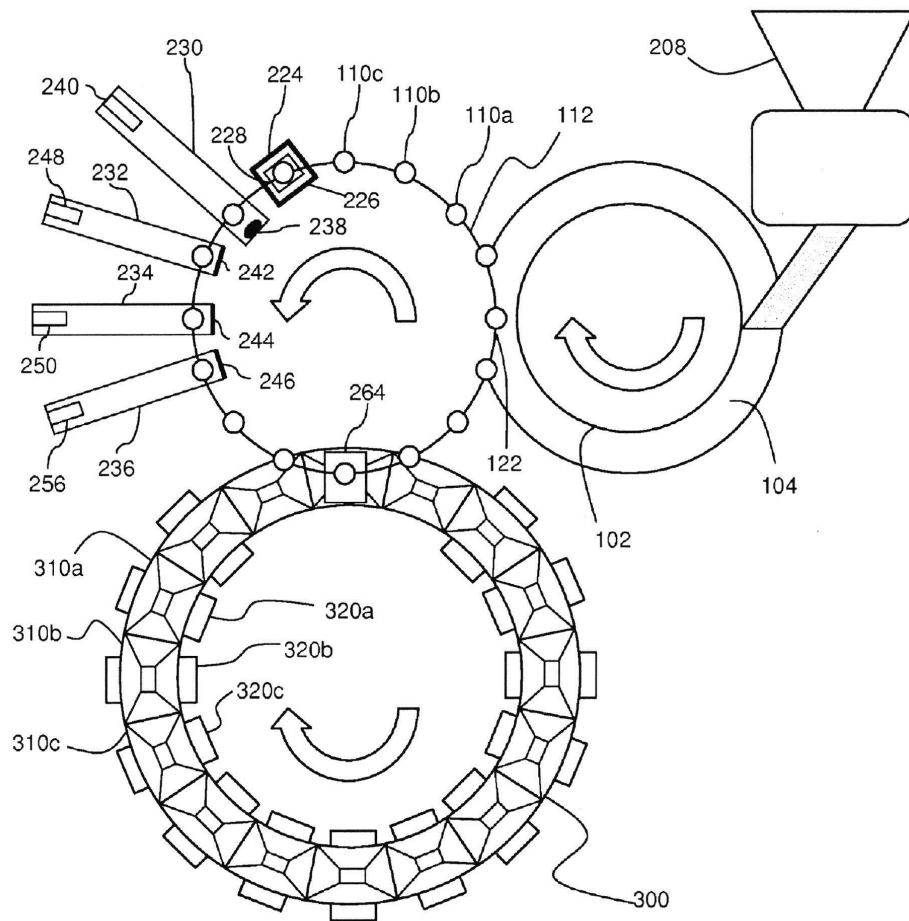
2



ФИГ. 2

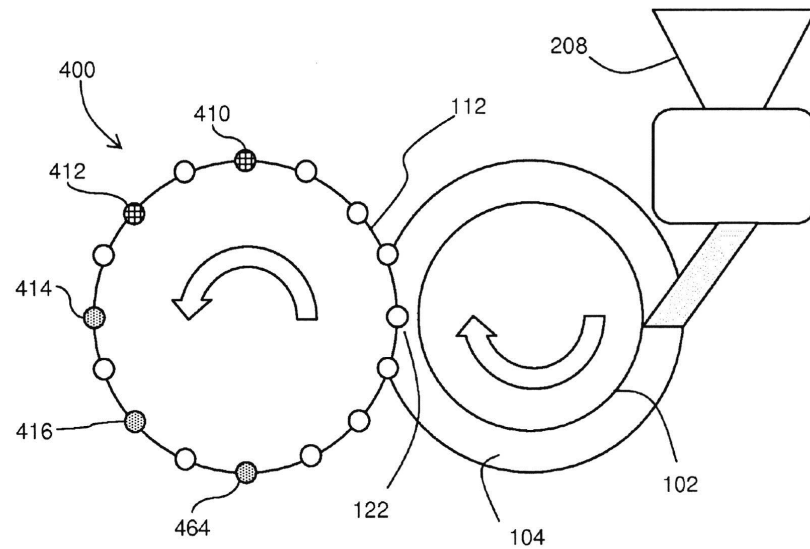
3

3

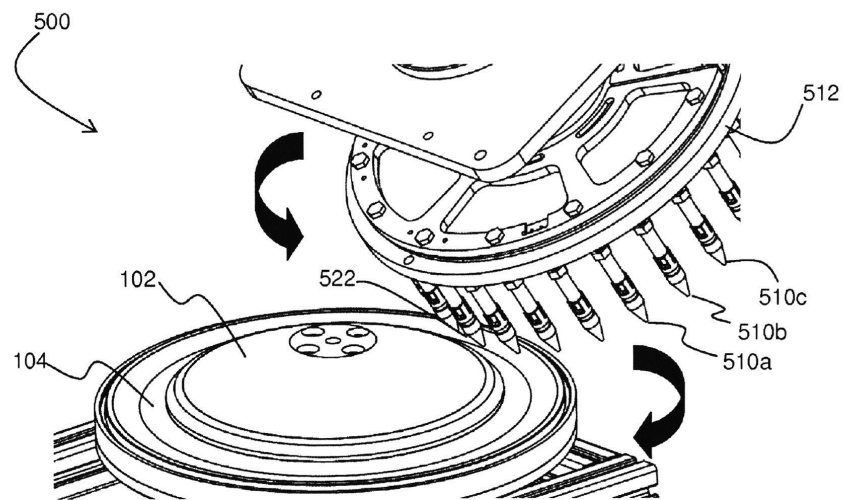


ФИГ. 3

4

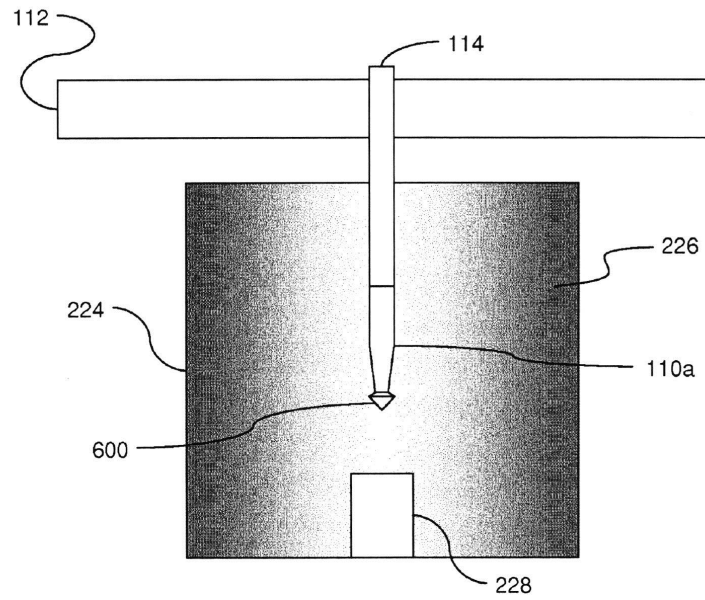


ФИГ. 4

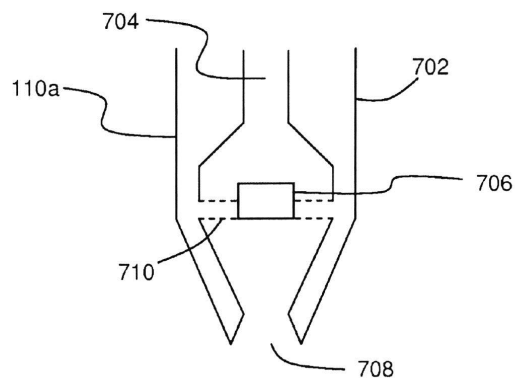


ФИГ. 5

5

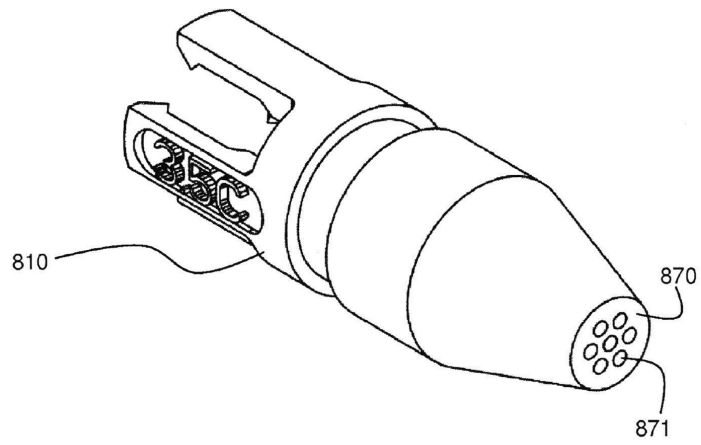


ФИГ. 6



ФИГ. 7

6



ФИГ. 8