

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 50220/2012
(22) Anmeldetag: 04.06.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2016

(51) Int. Cl.: **G01N 1/28** (2006.01)
C23C 14/24 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 1531189 A1
US 4311725 A
JP 2009132966 A

(73) Patentinhaber:
Leica Microsystems GmbH
1170 Wien (AT)

(72) Erfinder:
Wurzinger Paul
2232 Deutsch Wagram (AT)
Lang Anton
1160 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwaltskanzlei Matschnig & Forsthuber
OG
WIEN (AT)

(54) **Vorrichtung zum Präparieren, insbesondere Beschichten, von Proben**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (100, 200) zum Beschichten von Präparaten aufweisend:

- eine Vakuumkammer (105, 205) in Form eines metallischen Rezipienten,
- zumindest eine der Vakuumkammer (105, 205) zugeordnete Quelle eines Beschichtungsmaterials,
- zumindest eine Probenhalterung (120), mittels welcher zumindest eine zu präparierende Probe innerhalb der Vakuumkammer (105, 205) in einer Probenposition positionierbar ist,
- eine Steuerelektronik,
- eine Bedienkonsole (103, 203) zur Eingabe von Befehlen für die Steuerelektronik, sowie
- ein Gehäuse (101, 201), welches zumindest die Vakuumkammer (105, 205) und die Steuerelektronik umgibt, wobei das Gehäuse (101, 201) eine Breite (b, b') aufweist, die der Breite (b') der Vakuumkammer (105, 205) im Wesentlichen entspricht,

wobei die Vakuumkammer (105, 205) eine an einer Vorderseite der Kammer befindliche Türe (106, 206) aufweist, die Bedienkonsole (103, 203) in oder vor einem unterhalb der Vakuumkammer (105, 205) angeordneten Fußbereich (102, 202) des Gehäuses (101, 201) befindlich ist, und die Quelle an der Oberseite der Vakuumkammer (105, 205) montierbar ist.

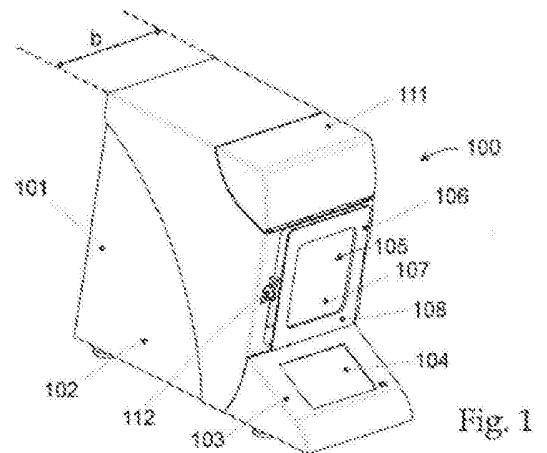


Fig. 1

Beschreibung

VORRICHTUNG ZUM PRÄPARIEREN, INSBESONDERE BESCHICHTEN, VON PROBEN

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Beschichten von Präparaten, z.B. für die nachfolgende elektronenmikroskopische Untersuchung, aufweisend:

[0002] - eine Vakuumkammer in Form eines metallischen Rezipienten,

[0003] - zumindest eine der Vakuumkammer zugeordnete Quelle eines Beschichtungsmaterials,

[0004] - zumindest eine Probenhalterung, mittels welcher zumindest eine zu präparierende Probe innerhalb der Vakuumkammer in einer Probenposition positionierbar ist,

[0005] - eine Steuerelektronik,

[0006] - eine Bedienkonsole zur Eingabe von Befehlen für die Steuerelektronik, sowie

[0007] - ein Gehäuse, welches zumindest die Vakuumkammer und die Steuerelektronik umgibt.

[0008] Präparationsvorrichtungen der genannten Art sind in unterschiedlichster Ausführung bekannt und werden zum Beschichten von Proben und Substraten unter Hoch- und Feinvakuumatmosphäre verwendet, unter anderem zum Beschichten elektronenmikroskopischer Präparate mit dünnen leitfähigen Materialschichten. Bei der Kathodenzerstäubung die auch unter den Bezeichnungen „Sputtern“, „Sputterbeschichtung“ oder „Sputter Coating“ bekannt ist, werden durch energiereiche Ionen, üblicherweise ein aktiviertes Edelgasplasma oder ein Edelgasionenstrahl, aus einem Target wie beispielsweise Platin oder Gold Metallatome herausgeschlagen, die sich dann auf der Probe niederschlagen und dort eine Schicht bilden. Ebenso hinlänglich bekannt sind Vakuumverdampfungsvorrichtungen mittels welchen Verdampfungsmaterial durch thermisches Erhitzen mit elektrischem Strom verdampft wird. Die bekannten Methoden des Kohlefadenverdampfens, des Kohlestabverdampfens, der Metallverdampfung aus einem Schiffchen oder von einer Wendel sowie Verdampfen mittels Elektronenstrahl finden eine breite Anwendung in der Elektronenmikroskopie, insbesondere in der Herstellung von Abdruck- und Verstärkungsfilm für die Transmissionselektronenmikroskopie und sehr dünner leitender Oberflächenschichten für rasterelektronenmikroskopische Proben. Darüber hinaus sind zahlreiche Geräte in der Anwendung welche eine Kombination mehrerer unterschiedlicher Probenpräparationstechniken erlauben. Für die Cryo-Rasterelektronenmikroskopie (Cryo-REM) bzw. die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) werden Proben unter anderem in Gefrierbruch- und Gefrierätzanlagen unter Hochvakuum präpariert, wobei in der Vakuumkammer dieser Anlagen zusätzlich zu den für die Beschichtung vorgesehenen Bauteilen auch die für den Gefrierbruch bzw. die Gefrierätzung notwendigen Bearbeitungswerkzeuge angeordnet sind.

[0009] Bekannte Geräte zur Präparation elektronenmikroskopischer Proben werden beispielsweise von den Firmen Cressington, Quorum Technologies, DentonVacuum und Gatan hergestellt. Die bekannten Geräte bestehen in ihrer gängigsten Ausführung im Wesentlichen aus einem entnehmbaren Glaszylinder, in dem die Probe auf einer Probenhalterung, z.B. in Form eines Probentisches, angeordnet ist, einem Deckel für den Glaszylinder, der die Quelle des Beschichtungsmaterials enthält, und einem Sockel mit der elektronischen Steuerung, den Vakuumpumpen und der Aufnahme für den Glaszylinder. Bei einigen Geräten ist die Vakuumkammer ein Metallrezipient. Größere Anlagen weisen auch eine Fronttür auf.

[0010] Die bekannten Geräte haben folgende Nachteile:

[0011] - Die Geräte sind zumeist sehr breit und nehmen im Labor eine große Stellfläche in Anspruch. Der meist knappe Laborplatz kann daher nicht effizient ausgenutzt werden.

[0012] - Der entnehmbare Glaszylinder kann an den Dichtflächen durch Aussplitterungen leicht beschädigt werden, wodurch sich Probleme hinsichtlich der Vakuumdichtheit ergeben.

- [0013] - Der Deckel mit der Quelle des Beschichtungsmaterials, der zumeist kippbar gelagert ist, ist häufig hinsichtlich der Vakuumdichtheit problematisch.
- [0014] - Zur Entnahme der Proben muss die im Deckel aufgenommene Beschichtungsquelle beim Öffnen des Deckels bewegt werden. Dabei können Reste eines unvollständig verdampften Materials (z.B. Kohlefaden) oder sich von der Umgebung der Quelle lösende Schichtpartikel auf die Probe fallen.
- [0015] - Aufgrund der Implosionsgefahr ist zur Sicherheit ein Splitterschutz um den Glaszylinder erforderlich.
- [0016] - Für den Anschluss von Vakuumtransfereinrichtungen für Proben (beispielsweise für zu präparierende cryo-fixierte Proben für die nachfolgende Untersuchung im Cryo-Elektronenmikroskop) muss der Glaszylinder durch einen Metallzylinder mit seitlichen Flanschen ersetzt werden. Abgesehen von der umständlichen Handhabung wird dadurch noch mehr Laborplatz benötigt.
- [0017] - Eine für den Bediener ergonomische Bedienung wird insbesondere bei Geräten mit Glaszylinder (Bedienung von oben) erschwert.

[0018] In EP 1 531 189 A1 ist ein Dampfabscheidungsgerät beschrieben, das von der Innenseite eines Reinraums zugänglich ist. Die Druckschrift US 4,311,725 betrifft eine Einrichtung zur Dünnschichtabscheidung, deren Vakuumkammer eine Glockenform aufweist; ein die Kammer umgebendes Gehäuse ist nicht erwähnt. In JP 2009-132966 A ist ein System zur Abscheidung von Filmen beschrieben, bei dem die Seitenwände der Vakuumkammer abnehmbar sind.

[0019] Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung, die oben genannten Nachteile zu beseitigen und eine Vorrichtung bereitzustellen, die die Vorteile einer geringen Stellfläche im Labor, einer ergonomischen Bedienung, und einer verbesserten modularen Bauweise aufweist und bei welcher die bei den bekannten Vorrichtungen auftretenden Probleme hinsichtlich der Vakuumdichtheit und der Probenverschmutzung umgangen werden.

[0020] Die gestellte Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Beschichten von Präparaten, z.B. für die nachfolgende elektronenmikroskopische Untersuchung, der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass erfindungsgemäß das Gehäuse eine Breite aufweist, die der Breite der Vakuumkammer im Wesentlichen entspricht, wobei die Vakuumkammer eine an einer Vorderseite der Kammer befindliche Tür aufweist, die Bedienkonsole in oder vor einem unterhalb der Vakuumkammer angeordneten Fußbereich des Gehäuses befindlich ist, und die mindestens eine Quelle an der Oberseite der Vakuumkammer montiert ist.

[0021] Dank dieser Lösung kann die gestellte Aufgabe auf besonders effiziente Art und Weise gelöst werden. Durch die geringe Breite der Vorrichtung, die im Wesentlichen durch die Breite der Vakuumkammer gegeben ist, wird eine größtmögliche Nutzung der Laborplatzfläche ermöglicht. Da die Vakuumkammer aus Metall, z.B. Edelstahl oder Aluminium, mit einer an der Vorderseite befindlichen Tür besteht, fallen die Glassplitter im Falle einer Implosion in die Kammer, wodurch die Vorrichtung sicherheitstechnisch unkritisch im Vergleich zu den oben genannten bekannten Vorrichtungen mit Glaszylinder ist. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist ferner signifikante Vorteile für einen Bediener auf, da sich durch die Anordnung der Tür an der Vorderseite ein ergonomisch günstiger Zugang zu den Proben ergibt; insbesondere können die Proben entnommen werden, ohne dass die Quellen zuvor bewegt werden müssen. Ebenso ist die Anordnung der Bedienkonsole in oder vor einem unterhalb der Vakuumkammer angeordneten Fußbereich des Gehäuses ergonomisch günstig.

[0022] Unter dem Begriff „Vorderseite“ ist die dem Benutzer zugewandte Seite des Geräts (der Vorrichtung) zu verstehen. Der Begriff „Längsrichtung“ ist jene horizontale Richtung, die senkrecht zur Vorderseite verläuft. „Tiefe“ ist das (maximale) Ausdehnungsmaß entlang der Längsrichtung. Der Begriff „Breite“ bezieht sich auf das (maximale) Ausdehnungsmaß in horizontaler Richtung senkrecht zur Längsrichtung.

[0023] Erfindungsgemäß weist das Gehäuse eine Breite auf, die im Wesentlichen der Breite der

Vakuumkammer entspricht. Der Begriff „im Wesentlichen“ bedeutet, dass das Gehäuse der Vorrichtung nicht mehr als den notwendigen Montageabstand, der Fertigungstoleranzen berücksichtigt, vom Außenrand der metallischen Vakuumkammer (Metallrezipient) distanziert ist. Die äußere Breite des Metallrezipienten ist dabei um die notwendigen Wandstärken sowie um den Platz zur Montage von Halterungs- und Verschlussmittel für die Fronttür und etwaige Sensoren gegenüber dem Innenraum erhöht.

[0024] Einem Fachmann steht eine Vielzahl an Beschichtungsmaterialquellen und entsprechende Verfahren zum Aufbringen einer Materialschicht zur Verfügung. Bei der Quelle kann es sich in einem Aspekt um eine Verdampfungsquelle mit einem in der Verdampfungsquelle aufgenommenen faden- oder stabförmigen Verdampfungsmaterial, welches wie eingangs beschrieben durch Erhitzen mit elektrischem Strom verdampft wird, handeln. Bei dem faden- oder stabförmigen Verdampfungsmaterial handelt es sich beispielsweise um einen Kohlefaden oder Kohlestab. Ferner kann die Quelle für das bekannte Verfahren der Kathodenzerstäubung (als „Sputtern“, „Sputterbeschichtung“ oder „Sputter Coating“ bezeichnet) eingerichtet sein, bei welcher, wie oben beschrieben, mittels energiereicher Ionen, typischerweise ein Edelgasplasma oder ein Edelgasionenstrahl, Metallatome (Gold, Platin etc.) aus einem Target herausgeschlagen werden, die sich dann auf der Probe niederschlagen und dort eine Schicht bilden. Ferner kann die Quelle zur Elektronenstrahlverdampfung („electron beam evaporation“) eines Beschichtungsmaterials eingerichtet sein. In einem Aspekt kann die Vorrichtung mit einer Glimmentladungseinrichtung zur Oberflächenbehandlung und Reinigung der zu beschichtenden Probenoberflächen ausgestattet sein.

[0025] Die Vorrichtung kann eine oder mehr Quellen umfassen. Typischerweise umfasst die Vorrichtung bis zu zwei der oben genannten Quellen. Dank der geringen Breite der erfindungsgemäßen Vorrichtung können bei einem Bedarf nach weiteren Beschichtungsmethoden mehrere Vorrichtungen in Platz sparender Weise nebeneinander angeordnet werden.

[0026] Die zumindest eine Probe ist in einer Probenhalterung aufgenommen. Dem Fachmann steht aus dem allgemein verfügbaren Stand der Technik eine hinlänglich bekannte Vielfalt an Probenhalterungen zur Verfügung. Die zumindest eine Probenhalterung kann beispielsweise als ein Probentisch realisiert sein, wobei dem Fachmann auch hinsichtlich der Ausgestaltung des Probentisches eine große Vielfalt zur Verfügung steht, beispielsweise kipp- und drehbare Probentische, Stiftprobentische oder Planetenbewegungs-Rotationstische. Um eine möglichst hohe Modularität zu ermöglichen kann der Probentisch austauschbar sein.

[0027] Es ist vorteilhaft, wenn die Wände des Rezipienten mit entnehmbaren Blechen oder anderen Schirmvorrichtungen vor Beschichtung geschützt sind. Diese Bleche können in ausgebautem Zustand auf einfache Weise gereinigt werden. Dadurch ist eine mühsame Reinigung des Rezipienten nicht mehr nötig. Außerdem können für unterschiedliche Beschichtungsmethoden verschiedene Sätze von Schutzblechen verwendet werden. Dadurch ist die Beeinflussung einer Beschichtung durch die andere, z.B. durch Sekundärsputtern von den Wänden, minimiert.

[0028] In einem Aspekt kann die Vorrichtung zum Präparieren von Proben in einem Feinvakuum (bis 10^{-3} mbar), und in einem anderen Aspekt zum Präparieren von Proben in einem Hochvakuum (bis 10^{-7} mbar, in speziellen Fällen bis 10^{-8} mbar) zum Einsatz kommen.

[0029] Der Begriff „Probe“ bezieht sich auf Präparate für wissenschaftliche Experimente oder Untersuchungen, z.B. Untersuchung im Elektronenmikroskop. Für diese Untersuchungen befinden sich die Proben in den meisten Fällen auf einem elektronenmikroskopischen Probenträger, wobei sich der Begriff „Probenträger“ auf alle für die Elektronenmikroskopie und für die elektronenmikroskopische Probenpräparation geeigneten Träger bezieht. Beispiele hierfür sind die vorwiegend in einem TEM, aber auch in einem REM eingesetzten und hinlänglich bekannten Grids („Netzträger“, „Netzchen“, „Netz“), die verschiedenartig geformte Löcher (Waben, Schlitze etc.) oder ein Gitter definierter mesh-Zahl aufweisen. Bei REM kommen ferner z.B. Silizium-Wafer, Graphit-Scheiben und leitfähige Doppelklebestreifen („Leit-Tabs“) zum Einsatz.

[0030] Gemäß einem Aspekt der Erfindung ist die Vorderseite der Vakuumkammer eine ebene

Fläche mit einer darin gebildeten Öffnung, und die Tür durch eine am Rand der Öffnung außen-seitig gehaltene Platte gebildet, mit der die Öffnung vakuumdicht verschließbar ist. Dadurch wird eine besonders gute Abdichtung ermöglicht und Probleme mit der Dichtung werden vermieden. In einem Unteraspekt hat die Vakuumkammer eine quaderförmige Grundform, wobei eine Seite des Quaders die Vorderseite bildet.

[0031] Vorzugsweise weist die Türe ein Sichtfenster auf, um die in der Vakuumkammer ablaufenden Prozesse überwachen zu können.

[0032] Für die Präparation von elektronenmikroskopischen Proben und den anschließende Transfer der Probe von der Vorrichtung in ein Elektronenmikroskop ist es zweckmäßig, wenn die Vorrichtung für die Präparation von Proben für eine nachfolgende Untersuchung in einem Elektronenmikroskop ausgelegt ist und auf der Probenhalterung zumindest eine Probe in einer auf der Probenhalterung reversibel befestigbaren Probenaufnahme aufnehmbar ist. Dadurch kann die Probenaufnahme samt der darin aufgenommenen zumindest einen Probe vom Probentisch gelöst und für eine nachfolgende elektronenmikroskopische Untersuchung in ein Elektronenmikroskop transferiert werden. Das Elektronenmikroskop weist hierfür eine entsprechende Halterung für die Probenaufnahme auf.

[0033] Um die Quellen zu wechseln und/oder zu reinigen ist es zweckmäßig, wenn jede der zumindest einen Quelle in eine abnehmbare Durchführung aufgenommen und mit dieser an der Oberseite der Vakuumkammer befestigbar ist.

[0034] Aus sicherheitstechnischen Gründen ist es günstig, wenn über der zumindest einen Quelle ein Schutzdeckel angeordnet ist, der ein Schaltelement aufweist, das bei Öffnen des Schutzdeckels auslöst und das mit einer Unterbrechung für die Stromversorgung der zumindest einen Quelle verbunden ist. Der Schutzdeckel ist mit Vorteil als über den tauschbaren Quellen angeordnete Klappe realisiert, die mit einem Sicherheitsschalter ausgestattet ist. Nach dem Öffnen des Schutzdeckels sind die Quellen zum Wechseln und/oder Reinigen einfach und sicher entnehmbar.

[0035] Um eine besonders geringe Breite und daher eine optimale Ausnutzung der Laborstellfläche zu ermöglichen, ist es günstig, wenn das Gehäuse der Vakuumkammer an deren maximaler seitlicher Ausdehnung seitlich anliegt, wobei es vorteilhaft sein kann, wenn es nicht mehr als den für die sichere Montage notwendigen Toleranzabstand aufweist.

[0036] Die Bedienkonsole ist vorzugsweise als Touchscreen nach bekannter Art realisiert. In einem Aspekt ist die Steuerelektronik unterhalb und/oder hinter der Vakuumkammer angeordnet. Vorzugsweise ist die Steuerelektronik jedoch unterhalb der Vakuumkammer angeordnet, da sich durch die dadurch erhöhte Vakuumkammer eine verbesserte Ergonomie für den Bediener ergibt.

[0037] Bei vielen Anwendungen und Präparationsverfahren ist es gewünscht, Erweiterungen an der Vakuumkammer anzuschließen. In einem weiteren Aspekt weist die Vorrichtung daher seitlich an der Vakuumkammer befindliche Flansche auf, an welche durch das Gehäuse durchgeführte Erweiterungen, insbesondere eine Transfereinrichtung, eine Schleuse oder eine Kühleinrichtung mit einem Speicher für ein Kryogen, anschließbar sind. Aufgrund der geringen Breite und der damit verbundenen schmalen Gestaltung der Vorrichtung ist es daher möglich, Erweiterungen über seitliche Flansche links oder rechts anzuschließen, ohne dass übermäßig viel Laborstellfläche beansprucht wird. Beispielsweise müssen kryofixierte Proben, die sehr schnell zur Vermeidung einer Eiskristallbildung abgekühlt werden, für die weitere Probenpräparation im gekühlten Zustand in die Vorrichtung gemäß der Erfindung transferiert werden. Dieser Transfer der kryofixierten Probe ist sehr kritisch, da sich die Probe bei Kontakt mit feuchter Luft sofort mit Eiskristallen überzieht. Der Transfer erfolgt daher vorzugsweise mit Hilfe einer speziellen (Vakuum)Transfereinrichtung, beispielsweise mit einer Vakuumkryotransfereinrichtung des Typs Leica EM VCT 100. Über eine Schleuse können ferner nicht gekühlte Probenhalter mit darin aufgenommenen Proben in die Vakuumkammer der Vorrichtung eingeschleust werden. Ferner kann in einem Unteraspekt eine Kühleinrichtung wie beispielsweise ein Behälter mit

flüssigem Stickstoff angeschlossen werden, um die in der Vakuumkammer befindlichen Proben über Kühlbänder zu kühlen und/oder um das Vakuum, bedingt durch die kalten Oberflächen des Behälters, die ähnlich einer Kryopumpe fungieren, zu verbessern.

[0038] Bei einer besonders Platz sparenden Variante weist die Vakuumkammer Anschlüsse zur Vakuumversorgung auf, welche Anschlüsse ausschließlich an der Rückseite der Vakuumkammer angeordnet sind.

[0039] In einer Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, dass innerhalb der Vakuumkammer eine Einrichtung zur Kryo-Probenpräparation, insbesondere Gefrierbruch, Gefrierätzung, Gefriertrocknung und Abdrucktechnik angeordnet ist. Diese Weiterbildung ermöglicht die Probenpräparation unter Anwendung der Kryo-Probenpräparation in Kombination mit einer oder mehr Beschichtungstechniken (z.B. Metall- und/oder Kohlebeschichtung) unter Hochvakuum von 10^{-7} mbar oder mehr in einem einzigen Gerät. Entsprechend sind in der Vakuumkammer die für die Kryopräparation notwendigen und hinlänglich bekannten Bearbeitungswerkzeuge, z.B. ein kaltes Messer, angeordnet. Die an der Vorderseite der Vakuumkammer befindliche Türe, die zweckmäßigerweise ein Sichtfenster aufweist, erlaubt eine ergonomische Haltung des Bedieners während des Manipulierens der Probe.

[0040] Für zahlreiche elektronenmikroskopische Anwendungen ist es sehr wichtig, dass die auf der Probe abgeschiedene Materialschicht eine bestimmte Dicke aufweist, die einen gewissen Toleranzbereich nicht über- oder unterschreiten soll. Aus diesem Grund ist es von Vorteil, wenn in der Vakuumkammer ein Schwingquarz zum Messen der abgeschiedenen Beschichtungsmaterialschichtdicke angeordnet ist. Derartige Schwingquarze sind einem einschlägigen Fachmann hinlänglich bekannt und werden typischerweise in unmittelbarer Nähe zur Probe angeordnet.

[0041] Die Erfindung samt weiteren Einzelheiten und Vorzügen wird im Folgenden anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert, nämlich einer Vorrichtung zur Probenpräparation im Feinvakuum und einer Vorrichtung zur Probenpräparation im Hochvakuum, welche in den beigefügten Zeichnungen gezeigt sind. Die Zeichnungen zeigen im Einzelnen in schematischer Form:

- [0042]** Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Probenpräparation im Feinvakuum von links oben betrachtet,
- [0043]** Fig. 2 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung aus Fig. 1 von rechts oben betrachtet,
- [0044]** Fig. 3 eine Seitenansicht der Vorrichtung aus Fig. 1,
- [0045]** Fig. 4 eine Hinteransicht der Vorrichtung aus Fig. 1,
- [0046]** Fig. 5 eine perspektivische Ansicht der Vakuumkammer der Vorrichtung der Fig. 1 mit geöffneter Türe und ohne Gehäuse, Steuerelektronik und Bedienkonsole,
- [0047]** Fig. 6 eine Vorderansicht der Vakuumkammer wie in Fig. 5 gezeigt,
- [0048]** Fig. 7 eine perspektivische Ansicht des hinteren Bereichs der Vakuumkammer wie in Fig. 5 gezeigt,
- [0049]** Fig. 8 eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Probenpräparation im Hochvakuum von links oben betrachtet,
- [0050]** Fig. 9 eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung aus Fig. 8 von rechts oben betrachtet,
- [0051]** Fig. 10 eine Seitenansicht der Vorrichtung aus Fig. 8, und
- [0052]** Fig. 11 eine Hinteransicht der Vorrichtung aus Fig. 8.

[0053] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung 100 von links oben betrachtet, die zur Probenpräparation im Feinvakuum, d.h. einem Vakuum bis 10^{-3} mbar, vorgesehen ist.

[0054] Fig. 2 zeigt eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung 100 von rechts oben betrachtet. Innerhalb eines Gehäuses 101 sind eine Vakuumkammer 105 aus Metall und eine Steuerelektronik, die in Fig. 1 nicht sichtbar ist, angeordnet. Die Steuerelektronik befindet sich in einem Fußbereich 102 unterhalb und in einem Bereich hinter der Vakuumkammer 105. Der Fußbereich 102 ist also jener Bereich, der sich unterhalb der Unterkante der Vakuumkammer 105 befindet. Vor dem Fußbereich 102 des Gehäuses 101 befindet sich eine Bedienkonsole 103 mit Touchscreen 104. Die Probe befindet sich innerhalb der Vakuumkammer 105 auf einem Probentisch 120 (siehe Fig. 5 und 6). Die Vakuumkammer 105 weist an ihrer Vorderseite eine Tür 106 auf, in welcher ein aus einer Glasplatte gebildetes Sichtfenster 107 zur visuellen Überwachung des in der Vakuumkammer 105 stattfindenden Präparationsvorgangs eingelassen ist. Ein das Sichtfenster 107 umgebender Rahmen 108 führt das Sichtfenster 107 zu einer Dichtung 109 (siehe Fig. 5 und 6). Durch Verschließen der Tür 106 mit einem Verschluss 112 wird die Vakuumkammer 105 vakuumdicht verschlossen. Das Gehäuse 101 weist eine Breite b auf, die der Breite b' der darin untergebrachten Vakuumkammer 105 im Wesentlichen entspricht. Der Begriff „im Wesentlichen“ bedeutet, dass das Gehäuse 101 nicht mehr als den notwendigen Montageabstand, der Fertigungstoleranzen berücksichtigt, vom Außenrand der Vakuumkammer 105 distanziert ist. Die äußere Breite b' der Vakuumkammer 105 ist dabei um die notwendigen Wandstärken sowie um den Platz zur Montage von Halterungs- und Verschlussmittel (z.B. Verschluss 112) für die Tür 106 und etwaige Sensoren gegenüber dem Innenraum 110 (vgl. Fig. 5) der Vakuumkammer 105 erhöht. Die zumindest eine Quelle eines Beschichtungsmaterials, z.B. eine Verdampfungsquelle für z.B. einen Kohlefaden oder eine Sputterquelle mit einem Sputtertarget aus z.B. Gold, Platin und dergleichen, ist an der Oberseite der Vakuumkammer 105 angeordnet. Zum Wechseln und/oder Reinigen der Quellen wird mittels einer Klappe 111 des Gehäuses 101 ein Zugang zur Vakuumkammer 105 geschaffen, wobei die Vakuumkammer 105 selbst, wie weiter unten in den Fig. 5 und 6 näher beschrieben, an ihrer Oberseite eine abnehmbare Durchführung zur Aufnahme der mindestens einen Quelle aufweist.

[0055] Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht der Vorrichtung 100. In Fig. 4 ist ferner eine Hinteransicht der Vorrichtung 100 dargestellt, welche den Rückenbereich 113 des Gehäuses 101 zeigt. Im Rückenbereich 113 befinden sich die notwendigen Geräteanschlüsse wie insbesondere ein Vakuumanschluss 114, ein Netzanschluss 115 und ein LAN-Anschluss 116 sowie der Ein/Aus-Schalter 117 und ein Durchlass 118 für einen Zuleitungsschlauch für ein Prozessgas (z.B. Edelgas wie Argon, Sauerstoff und dgl.).

[0056] Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht der Vakuumkammer 105 der Vorrichtung der Fig. 1 mit geöffneter Türe 106 mit Blick in den Innenraum 110, wobei zum Sichtbarmachen der Vakuumkammer 105 das Gehäuse 101, die Steuerelektronik und die Bedienkonsole 103 entfernt wurden. Der das Sichtfenster 107 umgebende Rahmen 108 führt das Sichtfenster 107 zur Dichtung 109. Die Steuerelektronik ist wie oben bereits erwähnt, hinter und unterhalb der metallischen Vakuumkammer 105, unter anderem in dem durch Standfüße 118 gebildeten freien Fußbereich 102 untergebracht. Innerhalb der Vakuumkammer 105 befindet sich ein im Bodenbereich 119 der Vakuumkammer 105 lösbar befestigter Probentisch 120. Der Probentisch ist höhenverstellbar und auswechselbar bzw. kann zum leichteren Fixieren der Proben aus der Vakuumkammer 105 entnommen werden. Auf dem Probentisch 120 befinden sich mehrere Probenaufnahmen 121 zum Aufnehmen der Proben, wobei die Proben ihrerseits üblicherweise auf einem geeigneten Probenträger wie weiter oben in der Beschreibungseinleitung beschrieben aufgebracht sind. Die Vakuumkammer weist eine Breite b' auf, wobei das Gehäuse 101 wie oben bereits beschrieben eine Breite b aufweist, die der Breite b' der Vakuumkammer 105 im Wesentlichen entspricht. An der inneren Oberseite der Vakuumkammer 105 ist die zumindest eine Quelle eines Beschichtungsmaterials, z.B. zumindest eine Verdampfungsquelle für z.B. einen Kohlefaden und/oder zumindest eine Sputterquelle mit einem Sputtertarget aus z.B. Gold, Platin und dergleichen, angeordnet. Die Quellen sind jeweils in eine Durchführung aufgenommen, die mit der Vakuumkammer lösbar vakuumdicht verbunden ist. Entsprechend weist die

Vakuumkammer 105 an ihrer Oberseite in ihrem Deckenbereich 122 eine Öffnung 123 auf, welche mittels der Durchführung vakuumdicht verschlossen werden kann. Durch die abnehmbare Durchführung für die Quellen können diese leicht gewechselt bzw. zum Reinigen entnommen werden. Aus sicherheitstechnischen Gründen ist über der Durchführung ein Schutzdeckel 111 (Fig. 1 bis 3) angeordnet, der ein Schaltelement aufweist, das bei Öffnen des Schutzdeckels 111 auslöst und das mit einer Unterbrechung für die Stromversorgung der Quelle, z.B. in Form eines Sicherheitsschalters, verbunden ist. Nach dem Öffnen des Schutzdeckels 111 sind die Quellen zum Wechseln und/oder Reinigen einfach und sicher entnehmbar. Ebenso in Fig. 5 ersichtlich ist ein Vakuumanschlussrohr 124 zum Anschließen der Vakuumkammer 105 an eine sich außerhalb der Vorrichtung 100 befindliche Vakuumpumpe sowie der Zuleitungsschlauch 125 für ein Prozessgas.

[0057] Fig. 6 zeigt eine Vorderansicht der Vakuumkammer 105 wie in Fig. 5 dargestellt, mit direktem Blick in den Innenraum 110 der geöffneten Vakuumkammer 105. Hier ist nun die Aufnahmemechanik 130 für den Probenstisch 120, die mit der Unterseite der Kammer 119 verbunden ist, dargestellt. In der dargestellten Ausführung ist der Tisch manuell höhenverstellbar und mit einer Rändelschraube 131 zu fixieren. Gleichermaßen kann die Höhenverstellung aber auch motorisiert, z.B. über einen Spindelantrieb, erfolgen, wobei Motor und Getriebemechanik und die entsprechenden Vakuumdurchführungen die einfache Aufnahme 130 ersetzen. In Fig. 6 ist weiters ein Shutter 132 gezeigt, der zwischen Quelle und Probe geklappt werden kann, um die Probe bei Reinigungs- und Zündvorgängen der Quelle vor etwaiger Verunreinigung zu schützen. Der Shutter 132 wird in der gezeigten Ausführung motorisiert mit einem Arm 133 zur Seite geschoben und mit einer (nicht dargestellten) Feder bei Rückdrehung des Arms 133 zwischen Quelle und Proben positioniert. Links oben ist in der Kammer weiters eine Aufnahme 134 für einen Schichtdickenmesskopf (nicht dargestellt), z.B. ein Quarz-Sensor, zu sehen. Einzelne Kanten dieser Aufnahme 134 markieren gleichzeitig bestimmte vorgegebene Abstände zur Quelle, so dass auf einfache Weise der Abstand zwischen den auf dem Probenstisch 120 aufgenommenen Proben und der Beschichtungsquelle eingestellt werden kann.

[0058] Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht des rückseitigen Bereichs der Vakuumkammer 105 wie in Fig. 5 dargestellt, in welchem sich wie erwähnt die Anschlüsse für Vakuum, Stromnetz und Prozessgas befinden. Außerdem befinden sich hier auch die Ventile 135 zur Steuerung des Prozessgases und zur Belüftung der Kammer 105. Der Shutter 132 wird, wie oben beschrieben, durch einen Arm 133 betätigt, der durch den Motor 136 bewegt wird. Da sich all diese Anschlüsse und Steuerelemente aus dem rückseitigen Bereich heraus nach hinten erstrecken, wird die Breite b' der Vakuumkammer 105 und in Folge auch die Breite b der Vorrichtung 100 sehr gering gehalten.

[0059] Fig. 8 zeigt eine perspektivische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 200 von links oben betrachtet zur Probenpräparation im Hochvakuum, d.h. einem Vakuum von besser als 10^{-3} mbar bis zu 10^{-7} mbar, eventuell 10^{-8} mbar. Fig. 9 zeigt eine perspektivische Ansicht der Vorrichtung 200 von rechts oben betrachtet. In Analogie zu der in den Fig. 1 bis 7 gezeigten Vorrichtung zur Probenpräparation im Feinvakuum, sind bei der Vorrichtung 200 innerhalb eines Gehäuses 201 eine Vakuumkammer 205 aus Metall und eine nicht sichtbare Steuerelektronik angeordnet. Die Steuerelektronik sowie die nötigen Pumpen, z.B. eine Turbomolekularpumpe und eine vorgeschaltete Membranpumpe, befinden sich unterhalb und hinter der Vakuumkammer 205, vorzugsweise in einem Fußbereich 202 des Gehäuses 201. Vor dem Fußbereich 202 des Gehäuses befindet sich eine Bedienkonsole 203 mit Touchscreen 204. Die Probe befindet sich innerhalb der Vakuumkammer 205 und ist, in Analogie zur Vorrichtung 100, auf einem Probenstisch angeordnet. Die Vakuumkammer 205 weist an ihrer Vorderseite eine Tür 206 auf, in welcher ein aus einer Glasplatte gebildetes Sichtfenster 207 zur visuellen Überwachung des in der Vakuumkammer 205 stattfindenden Präparationsvorgangs eingelassen ist. Ein das Sichtfenster 207 umgebender Rahmen 208 führt das Sichtfenster 207 zu einer Dichtung. Durch Verschließen der Tür mit einem Verschluss 212 wird die Vakuumkammer 205 vakuumdicht verschlossen. In Analogie zur Vorrichtung 100 weist auch das Gehäuse 201 der Vorrichtung 200 eine Breite b'' auf, die der Breite der darin untergebrach-

ten Vakuumkammer 205 im Wesentlichen entspricht. Die zumindest eine Quelle eines Beschichtungsmaterials, z.B. eine Verdampfungsquelle für z.B. einen Kohlefaden und/oder eine Sputterquelle mit einem Sputtertarget aus z.B. Gold, Platin und dergleichen, ist an der Oberseite der Vakuumkammer 205 angeordnet. Zum Wechseln und/oder Reinigen der Quellen wird mittels einer Klappe 211 des Gehäuses 201 ein Zugang zur Vakuumkammer 205 geschaffen, wobei die Vakuumkammer 205 selbst, in Analogie zur oben beschriebenen Vakuumkammer 105, für jede angeordnete Quelle jeweils eine abnehmbare Durchführung unterhalb der Klappe 211 aufweist. Die Klappe 211 erfüllt in Analogie zur Klappe 111 auch die Funktion eines Schutzdeckels. Ferner sind seitlich an der Vakuumkammer 205 Flansche angeordnet, die in den Abbildungen durch Blindflansche 215 (Fig. 8) und 216 (Fig. 9) verschlossen sind. An diese Flansche können durch das Gehäuse 201 durchgeführte Erweiterungen, insbesondere eine Transfereinrichtung, eine Schleuse oder eine Kühleinrichtung mit einem Speicher für ein Krypton, angeschlossen werden. Aufgrund der geringen Breite und der damit verbundenen schmalen Gestaltung der Vorrichtung 200, ist es daher möglich, Erweiterungen über seitliche Flansche links oder rechts anzuschließen, ohne dass dadurch übermäßig viel Laborstellfläche beansprucht wird. Beispielsweise müssen kryofixierte Proben, die sehr schnell unter Vermeidung einer Eiskristallbildung abgekühlt werden, für die weitere Probenpräparation (z.B. Gefrierbruch, Gefrierätzung, Gefriertrocknung etc.) im gekühlten Zustand in die Vorrichtung gemäß der Erfindung transferiert werden. Dieser Transfer der kryofixierten Probe ist sehr kritisch, da sich die Probe bei Kontakt mit feuchter Luft sofort mit Eiskristallen überzieht. Der Transfer erfolgt daher mit Hilfe einer speziellen (Vakuum)Transfereinrichtung, beispielsweise mit einer Vakuumkryotransfereinrichtung des Typs Leica EM VCT 100. Entsprechend sind für diese Zwecke in der Vakuumkammer 205 die notwendigen Bearbeitungswerkzeuge und Einrichtungen für eine Kryopräparation (z.B. Gefrierbruch, Gefrierätzung) vorgesehen. Über eine Schleuse können ferner nicht gekühlte Probenhalter mit darin aufgenommenen Proben in die Vakuumkammer der Vorrichtung eingeschleust werden. Ferner kann eine Kühleinrichtung wie beispielsweise ein mit flüssigem Stickstoff befülltes Dewargefäß angeschlossen werden, um die in der Vakuumkammer befindlichen Proben über Kühlbänder zu kühlen und/oder um das Vakuum, bedingt durch die kalten Oberflächen des Behälters, die ähnlich einer Kryopumpe fungieren, zu verbessern.

[0060] Fig. 10 zeigt eine Seitenansicht der Vorrichtung 200. In Fig. 11 ist ferner eine Hinteransicht der Vorrichtung 200 dargestellt, welche den Rückenbereich 213 des Gehäuses 201 bzw. der Vorrichtung 200 zeigt. Die notwendigen Geräteanschlüsse wie Prozessgas-, Netz-, und LAN- Anschlüsse befinden sich ausschließlich im Rückenbereich 213, wodurch die Breite b'' der Vorrichtung 200 sehr gering gehalten wird.

Patentansprüche

1. Vorrichtung (100, 200) zum Beschichten von Präparaten aufweisend:
 - eine Vakuumkammer (105, 205) in Form eines metallischen Rezipienten,
 - zumindest eine der Vakuumkammer (105, 205) zugeordnete Quelle eines Beschichtungsmaterials,
 - zumindest eine Probenhalterung (120), mittels welcher zumindest eine zu präparierende Probe innerhalb der Vakuumkammer (105, 205) in einer Probenposition positionierbar ist,
 - eine Steuerelektronik,
 - eine Bedienkonsole (103, 203) zur Eingabe von Befehlen für die Steuerelektronik, sowie
 - ein Gehäuse (101, 201), welches zumindest die Vakuumkammer (105, 205) und die Steuerelektronik umgibt,

dadurch gekennzeichnet, dass

zum Erreichen einer geringen Stellfläche das Gehäuse (101, 201) eine Breite (b, b'') aufweist, die der Breite (b') der Vakuumkammer (105, 205) im Wesentlichen entspricht, wobei die Vakuumkammer (105, 205) eine an einer Vorderseite der Kammer befindliche Türe (106, 206) aufweist,

die Bedienkonsole (103, 203) in oder vor einem unterhalb der Vakuumkammer (105, 205) angeordneten Fußbereich (102, 202) des Gehäuses (101, 201) befindlich ist, und die zumindest eine Quelle an der Oberseite der Vakuumkammer (105, 205) montiert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorderseite der Vakuumkammer (105, 205) eine ebene Fläche mit einer darin gebildeten Öffnung ist, und die Tür (106, 206) durch eine am Rand der Öffnung außenseitig gehaltene Platte gebildet ist, mit der die Öffnung vakuumdicht verschließbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vakuumkammer (105, 205) eine quaderförmige Grundform hat, wobei eine Seite des Quaders die Vorderseite bildet.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der Probenhalterung (120) zumindest eine Probe in einer auf der Probenhalterung reversibel befestigbaren Probenaufnahme aufnehmbar ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der zumindest einen Quelle in eine abnehmbare Durchführung aufgenommen und mit dieser an der Oberseite der Vakuumkammer (105, 205) befestigt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass über der zumindest einen Quelle ein Schutzdeckel (111, 211) angeordnet ist, der ein Schaltelement aufweist, das bei Öffnen des Schutzdeckels (111, 211) auslöst und das mit einer Unterbrechung für die Stromversorgung der zumindest einen Quelle verbunden ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (101, 201) der Vakuumkammer (105, 205) an deren maximaler seitlicher Ausdehnung seitlich anliegt.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerelektronik unterhalb und/oder hinter der Vakuumkammer (105, 205) angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** seitlich an der Vakuumkammer (205) befindliche Flansche, an welche durch das Gehäuse durchgeführte Erweiterungen, insbesondere eine Transfereinrichtung, eine Schleuse oder eine Kühleinrichtung mit einem Speicher für ein Kryogen, anschließbar sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vakuumkammer (105, 205) Anschlüsse (114, 124) zur Vakuumversorgung aufweist, welche Anschlüsse ausschließlich an der Rückseite (113) der Vakuumkammer (105, 205) angeordnet sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass innerhalb der Vakuumkammer (105, 205) eine Einrichtung zum Durchführen einer Kryoprobenpräparation angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Vakuumkammer (105, 205) ein Schwingquarz zum Messen der abgeschiedenen Beschichtungsmaterialschichtdicke angeordnet ist.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

2/6

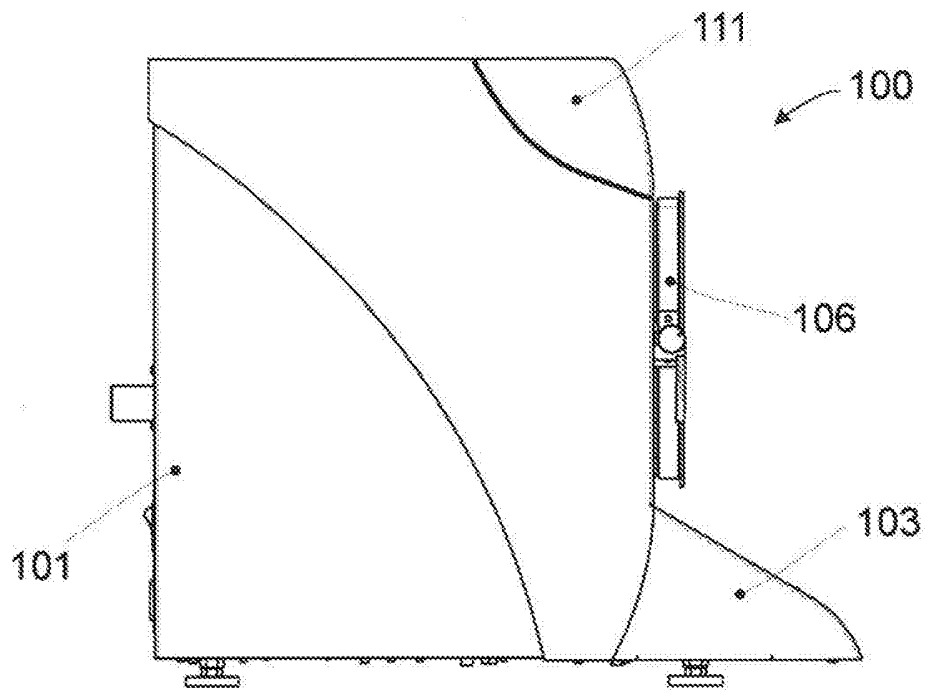


Fig. 3

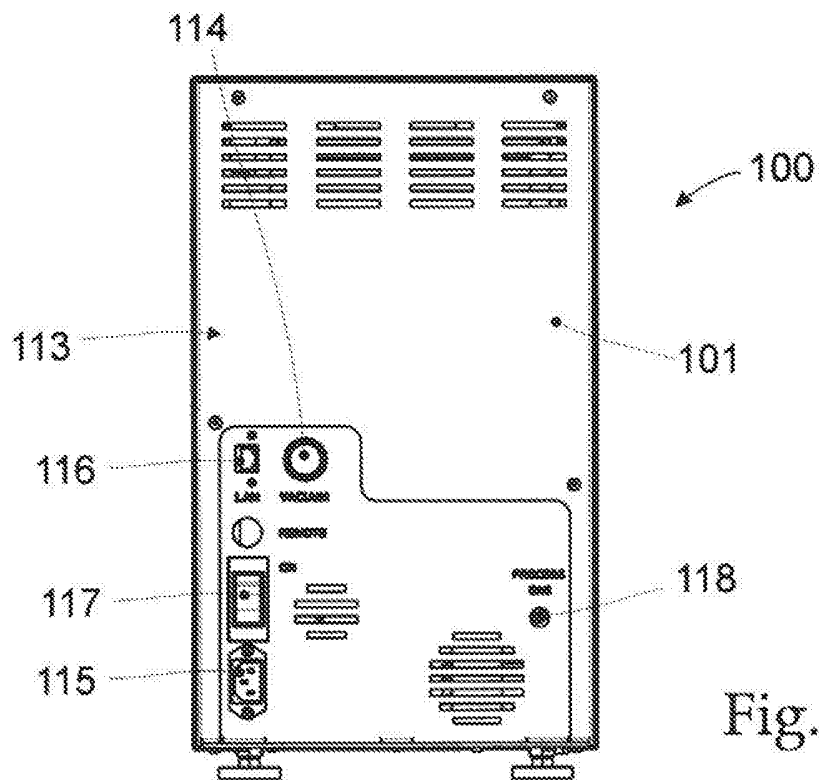


Fig. 4

3/6

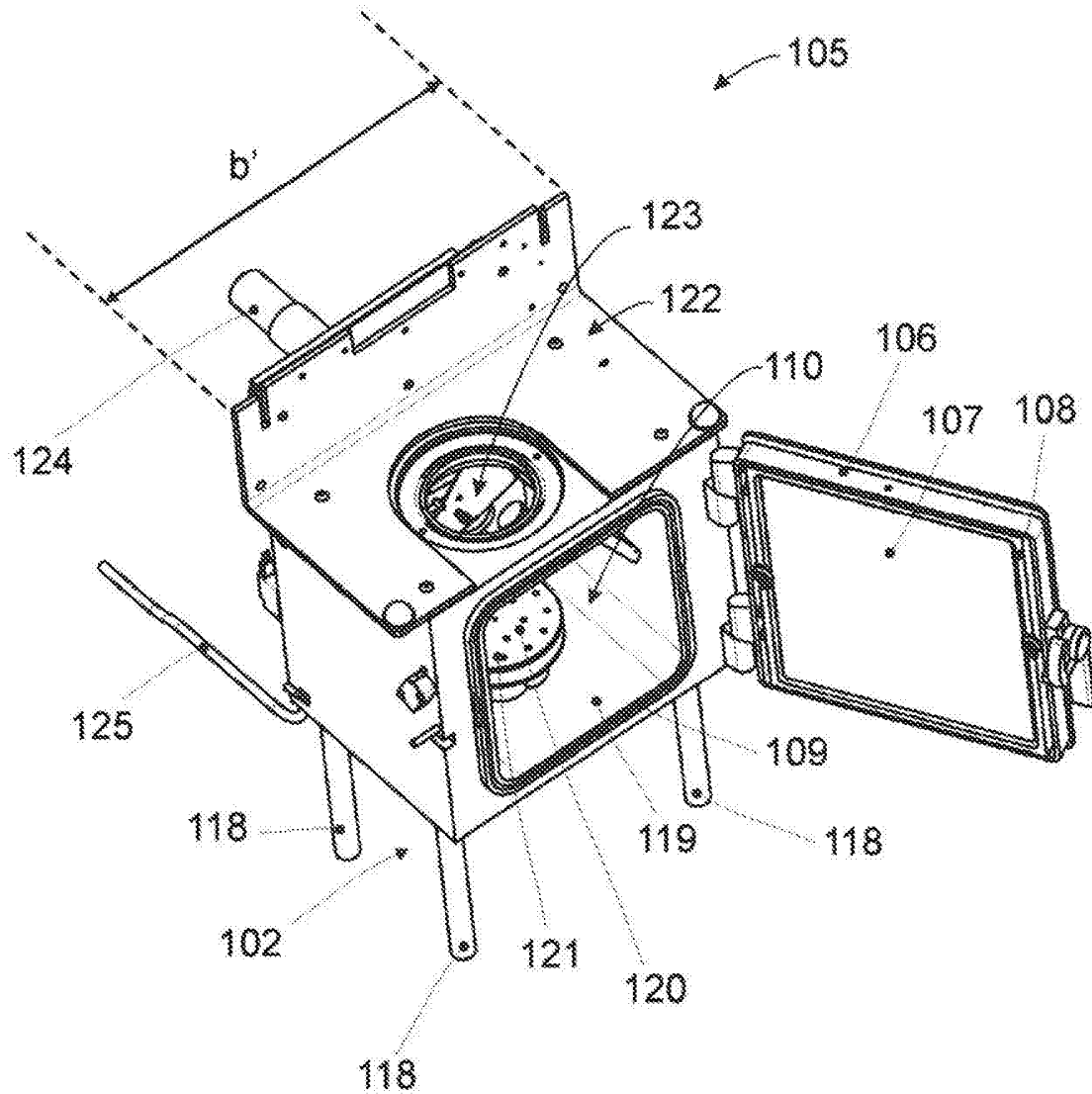
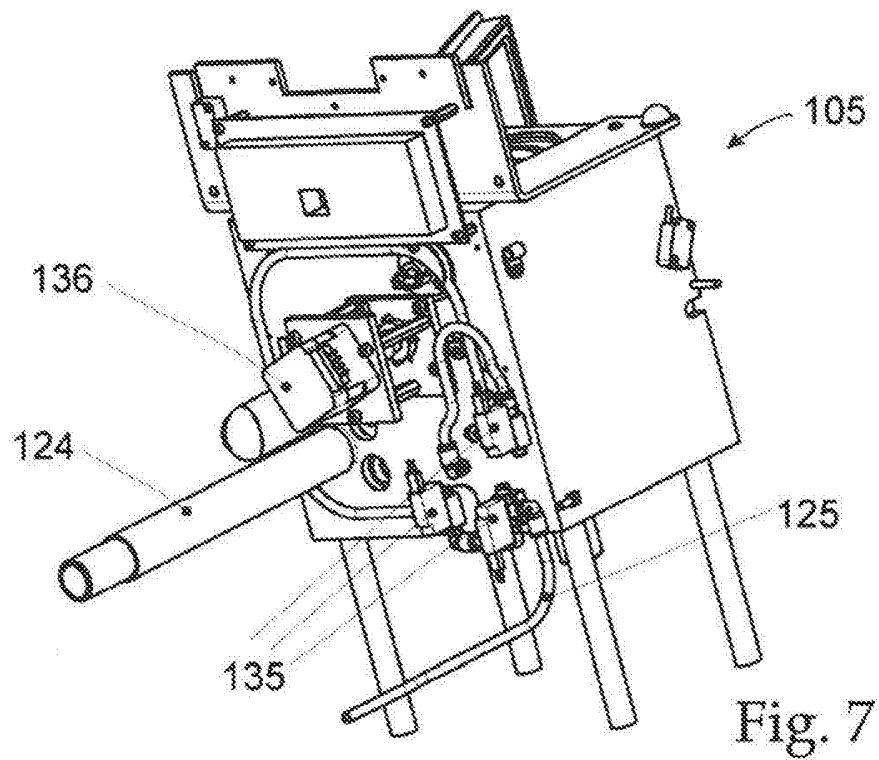
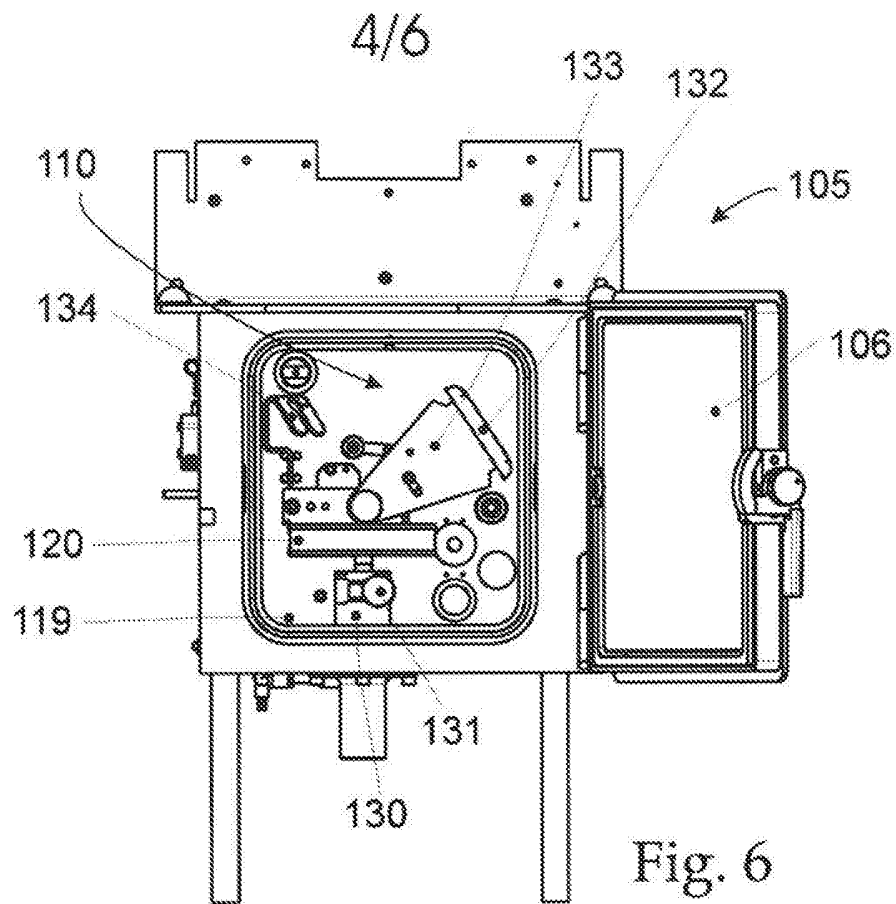
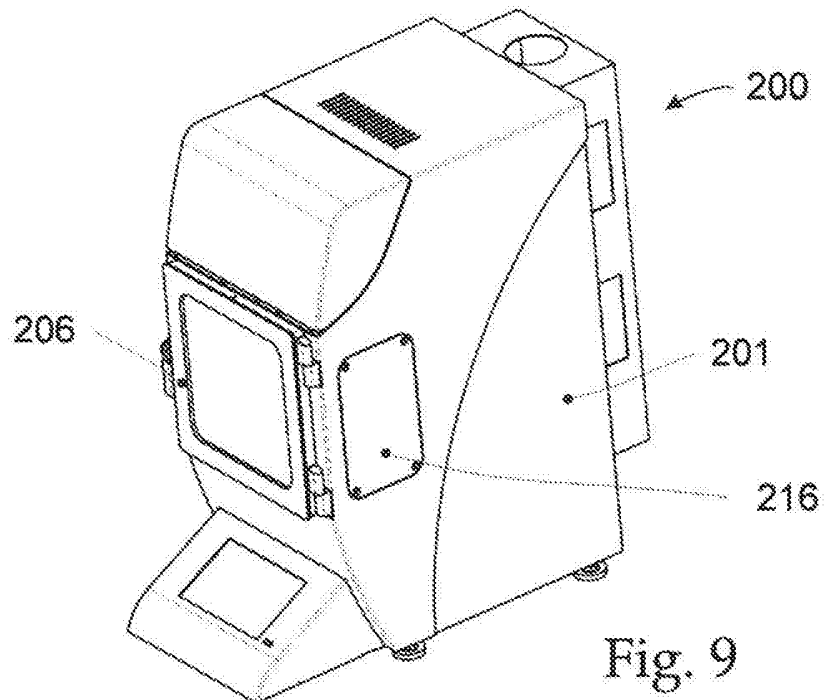
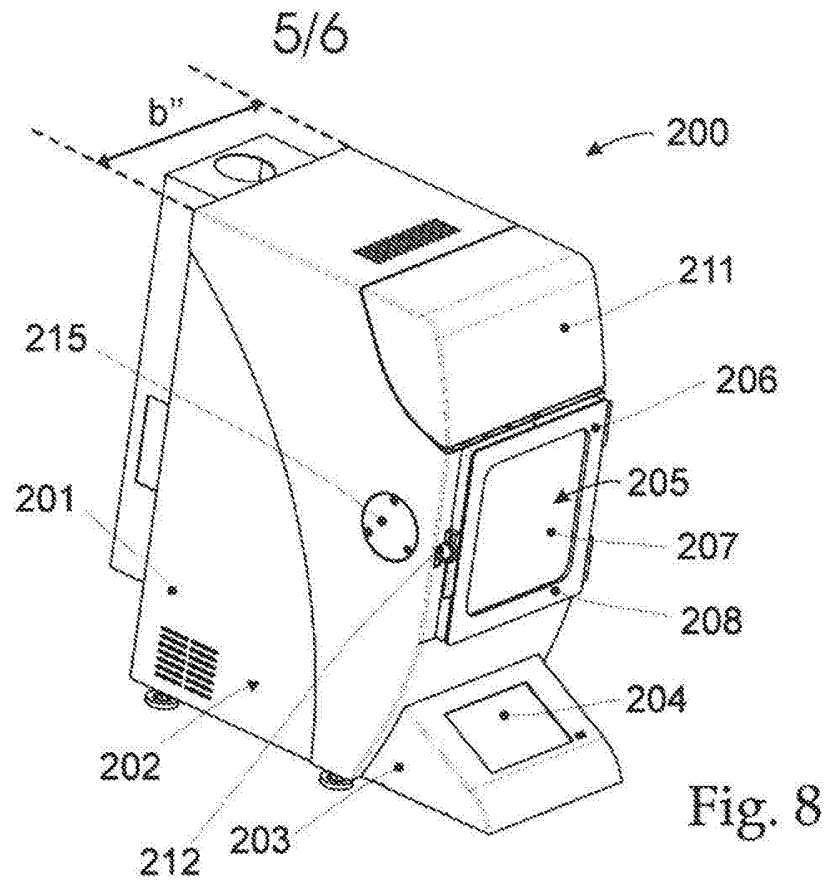


Fig. 5





6/6

