



(10) **DE 11 2012 003 809 B4** 2017.04.13

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 003 809.6**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/072290**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/051357**
(86) PCT-Anmeldetag: **03.09.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **11.04.2013**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **05.06.2014**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **13.04.2017**

(51) Int Cl.: **H01J 37/18 (2006.01)**
H01J 37/16 (2006.01)
H01J 37/20 (2006.01)
H01J 37/22 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2011-220606 05.10.2011 JP

(73) Patentinhaber:
Hitachi High-Technologies Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Strehl Schübel-Hopf & Partner mbB
Patentanwälte European Patent Attorneys, 80538
München, DE

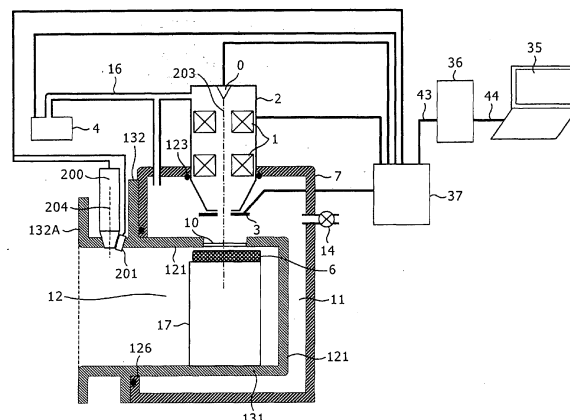
(72) Erfinder:
Kawanishi, Shinsuke, c/o Hitachi High-Techno.
Corp., Tokyo, JP; Ominami, Yusuke, c/o Hitachi
High-Techno. Corp., Tokyo, JP; Konomi, Mami,
c/o Hitachi High-Techno. Corp., Tokyo, JP; Ito,
Sukehiro, c/o Hitachi High-Techno. Corp., Tokyo,
JP; Ohtaki, Tomohisa, c/o Hitachi High-Techno.
Corp., Tokyo, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung und Probenuntersuchungs- und Betrachtungsverfahren**

(57) Hauptanspruch: Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung mit
einem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt zum Einstrahlen eines primären Ladungsteilchenstrahls;
einem ersten Gehäuse, das zumindest einen Teil eines ersten Raums umschließt, der im Vakuumzustand gehalten werden kann, wobei der erste Raum wenigstens zum Teil einen Bereich bildet, durch den der primäre Ladungsteilchenstrahl, der von dem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt abgegeben wird, eine Probe erreicht;
einem zweiten Gehäuse, das zumindest einen Teil eines zweiten Raums umschließt, in dem die Probe untergebracht werden kann, wobei das zweite Gehäuse am ersten Gehäuse vorgesehen ist;
einer Evakuierungsvorrichtung zum Evakuieren des ersten Raums;
einem Detektor zum Erfassen des Ladungsteilchenstrahls, der vom Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt eingestrahlt wird;
einem Trennwandabschnitt, der den ersten Raum vom zweiten Raum abtrennt, wobei der Trennwandabschnitt so angeordnet ist, dass er zum Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt koaxial ist, wenn die Probe mit dem primären Ladungsteilchenstrahl bestrahlt wird;

einem optischen Betrachtungsabschnitt, mit dem Licht auf die Probe geworfen wird und das Licht von der Probe aus der gleichen Richtung wie im Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt erfasst wird; und mit
einem Probenanbringungsabschnitt zum Anbringen der Probe, der im zweiten Raum angeordnet ist, ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2010 011 898	A1
US	2003 / 0 102 436	A1
US	2008 / 0 296 499	A1
US	2010 / 0 243 888	A1
WO	2010/ 001 399	A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Technik zum Untersuchen und Betrachten durch eine Ladungsteilchentechnik und eine optische Technik. Die Erfindung umfaßt eine Technik zum Betrachten einer Probe bei Atmosphärendruck oder in einer vorgegebenen Gasatmosphäre mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

Stand der Technik

[0002] Zum Betrachten von mikroskopischen Bereichen auf einem Gegenstand werden Rasterelektronenmikroskope (REMs), Transmissionselektronenmikroskope (TEMs) und dergleichen eingesetzt. Bei diesen Geräten wird im allgemeinen ein zweites Gehäuse, in dem sich eine Probe befindet, vor der Erzeugung einer Abbildung evakuiert, um als Atmosphäre für die Probe einen Vakuumzustand zu erzeugen. Andererseits gibt es das Erfordernis, Proben, etwa biochemische Proben und flüssige Proben, sowohl mit einem optischen Mikroskop als auch mit einem Elektronenmikroskop unter Atmosphärendruck zu betrachten und nicht im Vakuum, das diese Proben schädigt oder den Zustand davon verändert. In den letzten Jahren wurden daher REM-Geräte entwickelt, mit denen eine Probe unter Atmosphärendruck betrachtet werden kann.

[0003] Diese Geräte haben im Prinzip einen Aufbau, bei dem zwischen dem elektrooptischen System und der Probe eine Trennwand vorgesehen ist, die den Elektronenstrahl durchläßt, um den Vakuumzustand und den atmosphärischen Zustand voneinander zu trennen. Alle diese Geräte haben daher das Merkmal gemeinsam, daß zwischen der Probe und dem elektrooptischen System ein dünner Film angeordnet ist.

[0004] Die Patent-Druckschrift 1 beschreibt ein Atmosphärendruck-REM mit einem Aufbau, bei dem die elektronenoptische Säule so angeordnet ist, daß sich die Seite mit der Elektronenquelle unten befindet und die Seite mit der Objektivlinse oben, wobei am Ende der elektronenoptischen Säule auf der Seite der Abgabeöffnung für den Elektronenstrahl ein dünner Film angebracht ist, der für den Elektronenstrahl durchlässig ist. Bei der in der Patent-Druckschrift 1 beschriebenen Erfindung wird die zu betrachtende Probe direkt auf dem dünnen Film angebracht, die Probe wird von unten mit dem primären Elektronenstrahl bestrahlt, und es werden die reflektierten Elektronen oder die Sekundärelektronen erfaßt, um eine REM-Betrachtung durchzuführen. Die Probe befindet sich in einem ringförmigen Element (das an der Peripherie des dünnen Films angeordnet ist) in einer den dünnen Film bildenden Flüssigkeit. Die Druckschrift

beschreibt also ein Atmosphärendruck-REM, das besonders für die Betrachtung einer Probe in einer Flüssigkeit geeignet ist. Es ist außerdem angegeben, daß das Elektronenmikroskop und ein optisches Mikroskop so angeordnet sind, daß die optischen Achsen koaxial sind, so daß sowohl eine Betrachtung mit dem optischen Mikroskop als auch eine Betrachtung mit dem Elektronenmikroskop erfolgen kann.

[0005] Die Patent-Druckschrift 2 beschreibt einen Vorrichtungsaufbau, bei dem ein optisches Mikroskop und ein Elektronenmikroskop, das mit einer Trennwand versehen ist, derart ausgerichtet sind, daß eine Probe unter Atmosphärendruck abwechselnd mit dem optischen Mikroskop und dem Elektronenmikroskop betrachtet werden kann.

Dokumente zum Stand der Technik

Patent-Druckschriften

[0006]

Patent-Druckschrift 1: JP 2008/153086 A (Veröffentlichte US-Patentanmeldung Nr. US 2010/0096549 A1)

Patent-Druckschrift 2: JP 2001/241940 A (Veröffentlichte US-Patentanmeldung Nr. US 2001/0008272 A1)

[0007] Die Druckschriften DE 10 2010 011 898 A1 und US 2003/0102436 A1 offenbaren kombinierte strahlen- und lichtoptische Mikroskope, in denen eine Probe jeweils aus verschiedenen Einstrahlungsrichtungen mit Teilchen und mit Licht bestrahlt wird. Die Druckschriften US 2008/0296499 A1 und WO 2010/001399 A1 offenbaren kombinierte strahlen- und lichtoptische Mikroskope, bei denen jeweils eine in einer Vakuumkammer angeordnete Probe aus der gleichen Einstrahlungsrichtung mit Teilchen und Licht bestrahlt werden. Im kombinierten strahlen- und lichtoptischen Mikroskop der Druckschrift US 2010/0243888 A1 wird die Probe aus einander entgegengesetzten Richtungen mit Teilchen und mit Licht bestrahlt.

Zusammenfassende Darstellung der Erfindung

Problem, das mit der Erfindung gelöst werden soll

[0008] Alle herkömmlichen Ladungsteilchenmikroskope oder Ladungsteilchenstrahlvorrichtungen mit der Funktion zum Betrachten unter Atmosphärendruck sind Vorrichtungen, die ausschließlich für die Betrachtung unter Atmosphärendruck hergestellt werden. Es gibt keine Vorrichtung, mit der unter Verwendung eines gewöhnlichen Hochvakuum-Ladungsteilchenmikroskops leicht eine Betrachtung unter Atmosphärendruck oder in einer Gasatmosphäre möglich ist.

[0009] Zum Beispiel ist das in der Patent-Druckschrift 1 beschriebene Atmosphärendruck-REM eine Vorrichtung mit einem sehr speziellen Aufbau, und es ist unmöglich, damit eine gewöhnliche REM-Betrachtung im Hochvakuum durchzuführen. Da das optische Mikroskop und das Elektronenmikroskop einander gegenüber angeordnet sind, sind die Proben auf transparente Proben beschränkt, die von beiden Seiten betrachtet werden können, etwa flüssige Proben. Das in Patent-Druckschrift 1 beschriebene Atmosphärendruck-REM hat daher nur eine begrenzte Einsatzfähigkeit.

[0010] Bei diesem Atmosphärendruck-REM ist es unmöglich, den gleichen Teil eines mikroskopischen Halbleitermusters auf einem Siliziumsubstrat und dergleichen sowohl mit dem optischen Mikroskop als auch dem Elektronenmikroskop zu betrachten. Selbst wenn die Probe von zwei Seiten betrachtet werden kann, ist die Betrachtungsrichtung des optischen Mikroskops der Betrachtungsrichtung des Elektronenmikroskops genau entgegengesetzt. Wenn die Beobachtungsergebnisse von den zwei Arten von Mikroskopen zusammengeführt werden sollen, ist daher eine aufwendige Bearbeitung erforderlich.

[0011] Auch die in der Patent-Druckschrift 2 beschriebene Vorrichtung ist eine vom Aufbau her sehr spezielle Vorrichtung, und es ist unmöglich, damit eine Probe unter dem Elektronenmikroskop zu betrachten, die sich wie gewöhnlich im Vakuum befindet. Da die Vorrichtung eine Elektronenstrahl linse aufweist, die der Atmosphärenluft ausgesetzt ist, ist es außerdem schwierig, die Probe mit dem Elektronenstrahl geeignet zu betrachten. Auch die Einsatzmöglichkeiten dieser Vorrichtung sind daher begrenzt.

[0012] Die vorliegende Erfindung wurde angesichts der oben erwähnten Probleme gemacht. Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Untersuchungsvorrichtung, eine Betrachtungsvorrichtung, ein Untersuchungsverfahren und ein Betrachtungsverfahren zu schaffen, bei der bzw. bei dem auf einfache Weise die jeweils geforderte Untersuchung oder Betrachtung einer Probe mit einer Ladungsteilchentechnik und einer optischen Technik möglich ist.

Mittel zum Lösen des Problems

[0013] Gemäß einem Modus umfaßt die vorliegende Erfindung eine Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt zum Einstrahlen eines primären Ladungsteilchenstrahls; mit einem ersten Gehäuse, das zumindest einen Teil eines ersten Raums umschließt, der im Vakuumzustand gehalten werden kann, wobei der erste Raum wenigstens zum Teil einen Bereich bildet, durch den der primäre Ladungsteilchenstrahl, der von dem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt

abgegeben wird, eine Probe erreicht; mit einem zweiten Gehäuse, das zumindest einen Teil eines zweiten Raums umschließt, in dem die Probe untergebracht werden kann, wobei das zweite Gehäuse am ersten Gehäuse vorgesehen ist; mit einer Evakuierungsvorrichtung zum Evakuieren des ersten Raums; mit einem Detektor zum Erfassen des Ladungsteilchenstrahls, der vom Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt eingestrahlt wird; mit einem Trennwandabschnitt, der den ersten Raum vom zweiten Raum abtrennt, wobei der Trennwandabschnitt so angeordnet ist, daß er zum Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt koaxial ist, wenn die Probe mit dem primären Ladungsteilchenstrahl bestrahlt wird, der vom Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt abgegeben wird; mit einem optischen Betrachtungsabschnitt zum Einstrahlen von Licht auf die Probe und zum Erfassen des Lichts von der Probe aus der gleichen Richtung wie im Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt; und mit einem Probenanbringungsabschnitt zum Anbringen der Probe.

[0014] Gemäß einem anderen Modus umfaßt die vorliegende Erfindung ein Probenuntersuchungs- und Probenbetrachtungsverfahren mit einem Einstrahlen von Licht auf eine Probe, die an einem Probenanbringungsabschnitt angebracht ist, und einem Erfassen des Lichts von der Probe durch einen optischen Betrachtungsabschnitt; mit einem Bewegen der Probe, die am Probenanbringungsabschnitt angebracht ist, in eine Position, in der die Probe mit einem primären Ladungsteilchenstrahl bestrahlt werden kann, der von einem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt emittiert wird; mit einem Bestrahlen der Probe, die am Probenanbringungsabschnitt angebracht ist, mit dem primären Ladungsteilchenstrahl, der von dem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt emittiert wird, mit Bezug zur Probe aus der gleichen Richtung wie im optischen Betrachtungsabschnitt, wobei der primäre Ladungsteilchenstrahl durch einen ersten Raum, der im Vakuumzustand gehalten werden kann, und durch einen Trennwandabschnitt läuft, der koaxial zum Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt angeordnet ist und der den ersten Raum von einem zweiten Raum abtrennt; und mit einem Erfassen eines Ladungsteilchenstrahls von der Probe durch einen Erfassungsabschnitt.

Auswirkungen der Erfindung

[0015] Mit der erfindungsgemäßen Untersuchungsvorrichtung, der erfindungsgemäßen Betrachtungsvorrichtung, dem erfindungsgemäßen Untersuchungsverfahren und dem erfindungsgemäßen Betrachtungsverfahren ist es möglich, auf einfache Weise die jeweils geforderte Untersuchung oder Betrachtung von Proben mit einer Ladungsteilchentechnik und einer optischen Technik durchzuführen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0016] Fig. 1 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0017] Fig. 2 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0018] Fig. 3 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0019] Fig. 4 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0020] Fig. 5 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0021] Fig. 6 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0022] Fig. 7 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer siebten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0023] Fig. 8 ist eine allgemeine schematische Darstellung einer achten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0024] Fig. 9 ist eine allgemeine schematische Darstellung der achten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop in einem Zustand, in dem ein Probenstück zusammen mit einem Abdeckelement herausgezogen wurde.

[0025] Fig. 10a ist eine allgemeine schematische Darstellung einer neunten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

[0026] Fig. 10b ist eine allgemeine schematische Darstellung der neunten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop.

Arten der Erfindungsausführung

[0027] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0028] Bei der vorliegenden Erfindung wird ein Anbauteil, das eine Probe aufnehmen kann, während der Druck im Inneren auf einem Druck gehalten wird, der höher ist als der Druck in der Vakuumkammer des Ladungsteilchenmikroskops, durch einen Öffnungsabschnitt in die Vakuumkammer eingesetzt und in der Vakuumkammer angebracht, wodurch die Verwendung erleichtert wird. Der Öffnungsabschnitt der Vakuumkammer befindet sich zum Beispiel an einer Seitenfläche der Vakuumkammer. Das Anbauteil hat außerdem die Aufgabe, einen dünnen Film zu halten, durch den ein primärer Ladungsteilchenstrahl in das Innere des Anbauteils gelangen kann, wodurch zwischen der Innenseite der Vakuumkammer und der Innenseite des Anbauteils ein Druckunterschied aufrecht erhalten werden kann. An der Vakuumkammer oder am Anbauteil ist ein optisches Mikroskop angebracht, bei dem als Lichtquelle Licht verwendet wird und das Licht erfaßt wird, wodurch eine Betrachtung mit dem Ladungsteilchenmikroskop und eine Betrachtung mit dem optischen Mikroskop erfolgen kann.

[0029] Das Anbauteil wird dabei durch Einführen durch den Öffnungsabschnitt der Vakuumkammer in das Innere eines Gehäuses verwendet. In der folgenden Beschreibung wird die Vakuumkammer manchmal als erstes Gehäuse bezeichnet und in Relation zur Vakuumkammer das Anbauteil als zweites Gehäuse.

<Erste Ausführungsform>

[0030] Als erste Ausführungsform wird die elementarste Ausführungsform beschrieben. Die Fig. 1 zeigt eine allgemeine schematische Darstellung einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop bei dieser Ausführungsform. Das Ladungsteilchenmikroskop der Fig. 1 umfaßt im wesentlichen eine optische Ladungsteilchensäule 2 als Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt zum Einstrahlen eines primären Ladungsteilchenstrahls; ein erstes Gehäuse (die Vakuumkammer) 7 für die Aufnahme der optischen Ladungsteilchensäule 2 mit Bezug zu einer Anbringungsfläche für die Vorrichtung; ein zweites Gehäuse (das Anbauteil) 121, das in einem Zustand Verwendung findet, in dem es in das erste Gehäuse 7 eingesetzt ist; ein optisches Mikroskop und ein Steuersystem zum Steuern dieser Komponenten. Das erste Gehäuse 7 bildet wenigstens einen Teil eines ersten Raums, der wenigstens einen Teil eines Bereichs darstellt, durch den der primäre Ladungsteilchenstrahl, der von der

optischen Ladungsteilchensäule **2** abgestrahlt wird, eine Probe erreicht, wobei der erste Raum im Vakuumzustand gehalten werden kann. Das zweite Gehäuse **121** ist am ersten Gehäuse **7** angebracht und bildet wenigstens einen Teil eines zweiten Raums, in dem die Probe untergebracht werden kann.

[0031] Bei der Verwendung des Ladungsteilchenmikroskops werden das Innere der optischen Ladungsteilchensäule **2** und das Innere des ersten Gehäuses von einer Vakuumpumpe **4** evakuiert. Das Starten und Stoppen der Vakuumpumpe **4** wird auch vom Steuersystem gesteuert. In der Zeichnung ist nur eine Vakuumpumpe **4** dargestellt, es können jedoch auch zwei und mehr Vakuumpumpen vorgesehen werden.

[0032] Die optische Ladungsteilchensäule **2** umfaßt solche Elemente wie eine Ladungsteilchenquelle **0** zum Erzeugen eines Ladungsteilchenstrahls und optische Linsen **1**, mit denen der erzeugte Ladungsteilchenstrahl fokussiert und zum unteren Abschnitt der optischen Säule geleitet und als primärer Ladungsteilchenstrahl über die Probe **6** geführt wird. Die optische Ladungsteilchensäule **2** ist so angeordnet, daß sie in das Innere des ersten Gehäuses **7** vorsteht, sie ist über ein Vakuumdichtelement **123** am ersten Gehäuse **7** befestigt. Am Endabschnitt der optischen Ladungsteilchensäule **2** ist ein Detektor **3** angebracht, der die sekundären Ladungsteilchen (Sekundärelektronen oder reflektierten Elektronen) erfaßt, die bei der Bestrahlung mit dem primären Ladungsteilchenstrahl entstehen. Vorzugsweise ist der Detektor **3** als Erfassungsabschnitt wie in der **Fig. 1** gezeigt im Inneren des ersten Gehäuses **7** angeordnet. Dadurch wird sichergestellt, daß die sekundären Ladungsteilchen (Sekundärelektronen oder reflektierten Elektronen), die bei der Bestrahlung mit dem primären Ladungsteilchenstrahl erzeugt werden, im Vakuum erfaßt werden, wodurch die Erfassung genauer wird. Der Detektor **3** kann auch in der optischen Ladungsteilchensäule **2** oder in Abhängigkeit von den jeweiligen Umständen sogar im zweiten Gehäuse **121** angeordnet sein.

[0033] Das Steuersystem des Ladungsteilchenmikroskops besteht aus einem PC **35**, der vom Nutzer der Vorrichtung verwendet wird, einem übergeordneten Steuerabschnitt **36**, der mit dem PC **35** verbunden ist und der zur Übertragung verwendet wird, und einem nachgeordneten Steuerabschnitt **37**, der das Evakuersystem, das optische System für die Ladungsteilchen und dergleichen entsprechend den Befehlen steuert, die vom übergeordneten Steuerabschnitt **36** übertragen werden. Der PC **35** umfaßt einen Monitor, an dem ein Betriebsbildschirm (mit einer graphischen Benutzeroberfläche) für die Vorrichtung angezeigt wird, und Einrichtungen für die Eingabe in den Betriebsbildschirm, etwa eine Tastatur oder eine Maus. Der übergeordnete Steuerabschnitt **36**, der nachgeordneten Steuerabschnitt **37** und der PC **35**

sind über Verbindungsleitungen **43**, **44** miteinander verbunden.

[0034] Der nachgeordnete Steuerabschnitt **37** ist ein Abschnitt für die Übertragung und die Aufnahme von Steuersignalen zum Steuern der Vakuumpumpe **4**, der Ladungsteilchenquelle **0**, der optischen Linsen **1**, einer Lichtquelle **201**, eines Linsentubus **200** usw. Der nachgeordnete Steuerabschnitt **37** wandelt das Ausgangssignal des Detektors **3** in ein digitales Bildsignal um und überträgt das digitale Bildsignal zum übergeordneten Steuerabschnitt **36**. In der Zeichnung wird das Ausgangssignal vom Detektor **3** zum nachgeordneten Steuerabschnitt **37** übertragen, zwischen dem Detektor **3** und dem nachgeordneten Steuerabschnitt **37** kann jedoch auch noch ein Verstärker oder ein Vorverstärker geschaltet sein.

[0035] Im übergeordneten Steuerabschnitt **36** und im nachgeordneten Steuerabschnitt **37** können sich sowohl Analogschaltungen als auch Digitalschaltungen in gemischter Form befinden. Der übergeordnete Steuerabschnitt **36** und der nachgeordnete Steuerabschnitt **37** können jedoch auch von einem einzigen einheitlichen System gebildet werden. Der in der **Fig. 1** gezeigte Aufbau des Steuersystems ist nur ein Beispiel. Modifikationen der Steuereinheit, der Ventile, der Vakuumpumpen, der Verbindungsleitungen usw. gehören auch zu der REM- oder Ladungsteilchenstrahlvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform, solange die bei dieser Ausführungsform vorgesehenen Funktionen erfüllt werden.

[0036] Mit dem ersten Gehäuse **7** ist eine Vakuumleitung **16** verbunden, deren anderes Ende an die Vakuumpumpe **4** angeschlossen ist, so daß das Innere des ersten Gehäuses **7** im Vakuumzustand gehalten werden kann. Das erste Gehäuse **7** ist außerdem mit einem Leckventil **14** versehen, damit das Innere des ersten Gehäuses **7** bei Wartungsarbeiten oder in ähnlichen Situationen zur Atmosphärenluft hin geöffnet werden kann. Das Leckventil **14** kann auch weggelassen werden, oder es werden im Gegenteil zwei oder mehr Leckventile vorgesehen. Die Stelle, an der das Leckventil **14** am ersten Gehäuse **7** angebracht ist, ist nicht auf die in der **Fig. 1** gezeigte Stelle beschränkt, sondern kann sich auch an einer anderen Position befinden. An einer seiner Seitenflächen ist das erste Gehäuse **7** mit einem Öffnungsabschnitt versehen. Durch diesen Öffnungsabschnitt wird das zweite Gehäuse **121** in das erste Gehäuse **7** eingesetzt.

[0037] Das zweite Gehäuse **121** umfaßt einen rechteckigen Parallelepiped-Hauptkörperabschnitt **131**, einen Ansatzabschnitt **132** und einen Halteabschnitt **132A**. Der Hauptkörperabschnitt **131** hat die Funktion, die Probe **6** als den zu betrachtenden Gegenstand aufzunehmen, und wird durch den Öffnungsabschnitt in das Innere des ersten Gehäuses **7** ein-

gesetzt. Der Ansetzabschnitt **132** bildet eine Ansetzfläche an der Wandaußenseite der Seitenfläche des ersten Gehäuses **7**, in der der Öffnungsabschnitt vorgesehen ist. Der Ansetzabschnitt **132** wird mit einem Vakuumdichtelement **126** dazwischen an der Wandaußenseite der Seitenfläche befestigt. Der Halteabschnitt **132A** ist dafür vorgesehen, das optische Mikroskop (den Linsentubus **200** usw.) zu halten.

[0038] Dadurch wird erreicht, daß das zweite Gehäuse **121** vollständig in das erste Gehäuse **7** eingesetzt werden kann. Am leichtesten und einfachsten wird der Öffnungsabschnitt von der Probeneinsetz-/Probenentfernungsöffnung gebildet, die bereits in der Vakuumprobenkammer des Ladungsteilchenmikroskops vorhanden ist. Insbesondere wenn das zweite Gehäuse **121** entsprechend der Größe einer bereits vorhandenen Öffnung ausgestaltet und das Vakuumdichtelement **126** am Umfang der Öffnung angebracht wird, hält sich der Aufwand für die Änderungen an der Vorrichtung für den gerade beschriebenen Aufbau in Grenzen. Mit anderen Worten können die Änderungen an der Vorrichtung erfolgen, ohne daß der Aufbau eines herkömmlichen Ladungsteilchenmikroskops vom Hochvakuumtyp stark modifiziert werden muß.

[0039] An der Oberseite des Hauptkörperabschnitts **131** ist an der Stelle, die sich unter der optischen Ladungsteilchensäule **2** befindet, wenn das zweite Gehäuse **121** vollständig in das erste Gehäuse **7** eingesetzt ist, ein dünner Film **10** angeordnet. Der dünne Film **10** ist für den primären Ladungsteilchenstrahl durchlässig, der vom unteren Ende der optischen Ladungsteilchensäule **2** abgegeben wird. Der primäre Ladungsteilchenstrahl läuft somit durch den dünnen Film **10** und erreicht schließlich die Probe **6**. Wenn der Ladungsteilchenstrahl ein Elektronenstrahl ist, ist der dünne Film **10** vorzugsweise nur so dick, daß der Elektronenstrahl vom dünnen Film **10** durchgelassen wird; in der Regel beträgt die Dicke dann nicht mehr als etwa 20 µm. Anstelle des dünnen Films kann auch ein Lochelement mit einer Öffnung zum Durchlassen des primären Ladungsteilchenstrahls vorgesehen sein. Hinsichtlich des Durchmessers der Öffnung hat die Öffnung wegen des Erfordernisses einer differentiellen Evakuierung mit einer realen Vakuumpumpe am besten eine Fläche von nicht mehr als etwa 1 mm². Wenn der Ladungsteilchenstrahl ein Ionenstrahl ist, wird eine Öffnung mit einer Öffnungsfläche von nicht mehr als etwa 1 mm² verwendet, da es schwierig ist, einen Ionenstrahl durch einen dünnen Film durchzulassen, ohne daß der dünne Film beschädigt wird.

[0040] Die strichpunktierte Linie in der Zeichnung bezeichnet die optische Achse **203** des primären Ladungsteilchenstrahls. Die optische Ladungsteilchensäule **2** und das erste Gehäuse **7** sowie der dünne Film **10** sind koaxial zur optischen Achse des primä-

ren Ladungsteilchenstrahls angeordnet. Der Abstand zwischen der Probe **6** und dem dünnen Film **10** wird mit einem Probentisch **17** mit einer geeigneten Höhe eingestellt. Der Probentisch **17** ist als Probenanbringungsabschnitt zum Anbringen der Probe ausgestaltet.

[0041] Das optische Mikroskop wird vom Halteabschnitt **132A** am zweiten Gehäuse **121** gehalten. Das optische Mikroskop umfaßt wenigstens eine Lichtquelle **201** zur Abgabe von Licht und den Linsentubus **200** für das optische Mikroskop. Der Linsentubus **200** enthält wenigstens eine optische Linse oder Linsen und einen Abbildungserfassungsabschnitt zum Erfassen einer Abbildung. Das optische Mikroskop ist so aufgebaut, daß es eine Abbildung in ein Signal, etwa ein digitales Signal, umwandelt und über die Verbindungsleitung **43** einen Datenaustausch ausführt. Der Linsentubus **200** ist als optischer Betrachtungsabschnitt so aufgebaut, daß er Licht von der Probe **6** aus der gleichen Richtung aufnimmt wie die optische Ladungsteilchensäule **2**.

[0042] Der optische Erfassungsabschnitt in der Form des optischen Mikroskops kann eine Erfassungsvorrichtung wie eine CCD-Vorrichtung zur direkten Umwandlung von Licht in ein digitales Signal enthalten oder ein Okular und dergleichen, das eine direkte visuelle Betrachtung erlaubt.

[0043] Der Abstand zwischen der optischen Achse **204** des Linsentubus **200** und der optischen Achse **203** des Elektronenmikroskops wird als vorab bekannter Abstand auf einen vorgegebenen Abstand eingestellt.

[0044] Durch eine Bewegung des Probentisches **17** nach einer Betrachtung der Probe unter dem optischen Mikroskop um eine Strecke, die dem vorgegebenen Abstand entspricht, kann der gleiche Teil der Probe mit dem optischen Mikroskop und dem Elektronenmikroskop betrachtet werden. Außerdem wird der gleiche Teil unter dem optischen Mikroskop und dem Elektronenmikroskop aus der gleichen Richtung betrachtet, im Gegensatz zu einem Aufbau, bei dem das optische Mikroskop und das Elektronenmikroskop einander gegenüberliegend angeordnet sind, wie es in der zitierten Druckschrift 1 der Fall ist. Im Ergebnis wird die Brauchbarkeit verbessert.

[0045] Wie in der Fig. 1 gezeigt, ist die Seitenfläche des zweiten Gehäuses **121** offen, so daß sich die Probe **6**, die sich im Inneren des zweiten Gehäuses **121** (auf der rechten Seite der gestrichelten Linie in der Darstellung; dieser Raum wird im folgenden als zweiter Raum **12** bezeichnet) befindet, bei der Betrachtung in einem Atmosphärendruckzustand befindet. Mit dem ersten Gehäuse **7** ist die Vakuumpumpe **4** verbunden, und der geschlossenen Raum (im folgenden als erster Raum **11** bezeichnet), der

von den Innenwandflächen des ersten Gehäuses **7** und des Außenwandflächen des zweiten Gehäuses **121** sowie dem dünnen Film **10** definiert wird, kann evakuiert werden. Bei der vorliegenden Vorrichtung sind die Elektronenstrahlinsen daher nicht wie bei der in der Patent-Druckschrift 2 beschriebenen Vorrichtung der Atmosphäre ausgesetzt. Entsprechend können im Betrieb der Vorrichtung die optische Ladungsteilchensäule **2** und der Detektor **3** im Vakuumzustand gehalten werden, während die Probe **6** unter Atmosphärendruck gehalten wird, so daß eine geeignete Betrachtung möglich ist. Außerdem wird die Probe **6**, die sich auf dem Probentisch **17** befindet, mit Licht bestrahlt, wobei das von der Probe **6** reflektierte Licht vom Linsentubus **200** erfaßt wird. Dann wird die Probe **6**, die sich auf dem Probentisch **17** befindet, in eine Position gebracht, an der die Probe **6** mit dem primären Ladungsteilchenstrahl von der optischen Ladungsteilchensäule **2** bestrahlt werden kann. Die Probe **6**, die sich auf dem Probentisch **17** befindet, wird dann mit dem primären Ladungsteilchenstrahl von der optischen Ladungsteilchensäule **2** bestrahlt, und der primäre Ladungsteilchenstrahl von der Probe **6** wird vom Detektor **3** aus der gleichen Richtung erfaßt wie der Linsentubus **200**. Dabei läuft der primäre Ladungsteilchenstrahl durch den ersten Raum **11**, der im Vakuumzustand gehalten werden kann, und durch den dünnen Film **10**, der coaxial zur optischen Ladungsteilchensäule **2** angebracht ist, um den ersten Raum **11** vom zweiten Raum **12** zu trennen. Damit läßt sich ein Probenuntersuchungs- und Probenbetrachtungsverfahren verwirklichen.

[0046] Da das zweite Gehäuse **121** an der Seite offen ist, kann die Probe **6** bei der Betrachtung mit dem optischen Mikroskop oder dem Elektronenmikroskop beliebig ersetzt werden.

[0047] Auch kann eine Untersuchungsvorrichtung oder eine Betrachtungsvorrichtung verwirklicht werden, bei der die Untersuchung oder Betrachtung unter Atmosphärendruck erfolgen kann, auch wenn die Probe eine vergleichsweise große Probe ist.

[0048] Vorzugsweise verlaufen die optische Achse **204** des Linsentubus **200** des optischen Mikroskops und die optische Achse **203** der optischen Ladungsteilchensäule **2** parallel zueinander. Das hat den Vorteil, daß der gleiche Teil der Probe mit den beiden Arten von Mikroskopen aus der gleichen Richtung betrachtet werden kann. Die optische Achse **204** des Linsentubus **200** und die optische Achse **203** des Elektronenmikroskops können auch schräg zueinander verlaufen, solange der gleiche Teil der Probe mit den beiden Arten von Mikroskopen im wesentlichen aus der gleichen Richtung betrachtet werden kann. Der Ausdruck "der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops zum Erfassen von Licht von der Probe **6** aus der gleichen Richtung wie die optische Ladungsteilchensäule **2**" umfaßt hier jedes System mit einer op-

tischen Ladungsteilchensäule **2** und einem Linsentubus **200**, die über der Probe **6** angeordnet sind. Den Gegensatz dazu bildet der in der zitierten Druckschrift 1 beschriebene Aufbau, bei dem das optische Mikroskop und das Elektronenmikroskop einander gegenüber angeordnet sind.

[0049] Der dünne Film **10** dient auch als Trennwandabschnitt, der den ersten Raum **11** vom zweiten Raum **12** trennt und der so angeordnet ist, daß er zur optischen Ladungsteilchensäule **2** coaxial ist, wenn die Probe **6** mit dem primären Ladungsteilchenstrahl von der optischen Ladungsteilchensäule **2** bestrahlt wird.

<Zweite Ausführungsform>

[0050] Es wird nun eine zweite Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 2** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der zweiten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß ein Halteelement **47** für den dünnen Film **10** vorgesehen ist, daß das zweite Gehäuse **121** so ausgestaltet ist, daß eine Luftatmosphäre von 1 atm, eine Gasatmosphäre oder ein Vakuum im Inneren ausgebildet werden können, und daß ein Probentisch **5** als Probenanbringungsabschnitt mit einem Antriebssystem versehen ist. In der folgenden Beschreibung wird die Beschreibung von gleichen Teilen wie in der ersten Ausführungsform so weit wie möglich vermieden.

[0051] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist der dünne Film **10** im Gegensatz zur ersten Ausführungsform mittels des Halteelements **47** für den dünnen Film abnehmbar an der Oberseite des Hauptkörperabschnitts **131** des zweiten Gehäuses **121** angebracht. Der dünne Film **10** ist vakuumdicht am Halteelement **47** für den dünnen Film angebracht. Die Anbringung kann mit einem Vakuumdichtelement **124**, etwa einem O-Ring, oder mittels eines organischen Materials wie Klebstoff oder mit einem Klebeband und dergleichen erfolgen.

[0052] Das Halteelement **47** für den dünnen Film ist mit einem Vakuumdichtelement abnehmbar an der Unterseite der Deckplatte des zweiten Gehäuses **121** angebracht. Der dünne Film **10** ist sehr dünn, nicht mehr als 20 µm dick, um einen Elektronenstrahl durchlassen zu können. Der dünne Film **10** kann daher mit der Zeit schlechter werden oder bei der Vorbereitung für eine Betrachtung zerstört werden. Andererseits ist der dünne Film **10** sehr schwer direkt handzuhaben. Wenn der dünne Film **10** wie bei der vorliegenden Ausführungsform nicht direkt, sondern mittels des Halteelements **47** für den dünnen Film gehandhabt werden kann, wird die Handhabung (insbe-

sondere das Ersetzen) sehr vereinfacht. Wenn der dünne Film **10** zerstört ist, reicht es aus, das Halteelement **47** für den dünnen Film mit dem dünnen Film **10** daran als Ganzes auszutauschen. Auch wenn der dünne Film **10** direkt ausgetauscht werden soll, ist es möglich, das Halteelement **47** für den dünnen Film aus der Vorrichtung herauszunehmen und den dünnen Film außerhalb der Vorrichtung zu ersetzen. Anstelle des dünnen Films kann wie bei der ersten Ausführungsform auch ein Lochelement mit einer Öffnung mit einer Fläche von nicht als etwa 1 mm² verwendet werden.

[0053] Die offene Seite des zweiten Gehäuses **121** kann mit einem Abdeckelement **122** abgedeckt werden, wodurch sich verschiedene Funktionen verwirklichen lassen. Auf diesen Punkt wird weiter unten noch eingegangen.

[0054] Bei der Betrachtungsvorrichtung dieser Ausführungsform ist eine Funktion zum Zuführen eines Ersatzgases in das zweite Gehäuse **121** vorgesehen. Der vom unteren Ende der optischen Ladungsteilchensäule **2** abgegebene Elektronenstrahl läuft durch den ersten Raum **11**, in dem ein Hochvakuum aufrecht erhalten wird, und dann durch den dünnen Film **10** (oder das Lochelement) der Fig. 2 und dann weiter in den zweiten Raum **12**, der unter Atmosphärendruck oder einem geringen Vakuumgrad (geringer als der Grad im ersten Raum) gehalten wird. In einem Raum mit einem geringen Vakuumgrad wird der Elektronenstrahl an den Gasmolekülen gestreut, so daß die mittlere freie Weglänge kurz ist. Wenn der Abstand zwischen dem dünnen Film **10** und der Probe **6** groß ist, erreicht der Elektronenstrahl oder erreichen die Sekundärelektronen oder reflektierten Elektronen, die bei der Bestrahlung mit dem Elektronenstrahl erzeugt werden, nicht die Probe. Die Streuwahrscheinlichkeit des Elektronenstrahls ist proportional zur Massenzahl der Gasmoleküle. Wenn die Atmosphäre im zweiten Raum **12** durch Gasmoleküle ersetzt wird, deren Massenzahl kleiner ist als die von atmosphärischer Luft, nimmt die Streuwahrscheinlichkeit des Elektronenstrahls ab, und der Elektronenstrahl kann die Probe erreichen. Als Ersatzgas wird in diesem Fall ein Gas verwendet, das leichter ist als atmosphärische Luft, etwa Stickstoff oder Wasserdampf, wodurch eine Verbesserung des Rauschabstands der Abbildung erreicht wird. Eine noch stärkere Verbesserung des Rauschabstands der Abbildung wird mit Heliumgas oder Wasserstoffgas erreicht, deren Massenzahl noch kleiner ist.

[0055] Der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops ist so ausgestaltet, daß sich sein oberer Abschnitt in dem Raum mit atmosphärischer Luft außerhalb der Vorrichtung befindet, während sein unterer Abschnitt oder zumindest die Objektivlinse im zweiten Raum **12** angeordnet ist. Der Linsentubus **200** ist vakuumdicht am zweiten Gehäuse **121** befestigt.

Die Befestigung kann mit einem Vakuumdichtelement **124**, etwa einem O-Ring, oder mit einem organischen Material wie Klebstoff oder mit einem Klebeband und dergleichen erfolgen. Im zweiten Raum **12** ist auch die Lichtquelle **201** für den Linsentubus **200** des optischen Mikroskops angeordnet.

[0056] Bei einem optischen Mikroskop kann im allgemeinen die Betrachtung mit einer stärkeren Vergrößerung erfolgen, wenn der Abstand zwischen der Objektivlinse und der Probe klein ist. Bei der vorliegenden Ausführungsform sind die Lichtquelle **201** für das optische Mikroskop und die Objektivlinse als Erfassungsabschnitt des Linsentubus **200** so angeordnet, daß sie sich im zweiten Raum **12** befinden. Dadurch kann die Betrachtung der Probe **6** aus einer näheren Position erfolgen.

[0057] Bei der Betrachtungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist das Abdeckelement **122** mit einem Anbringungsabschnitt (Gaseinführabschnitt) für eine Gaszuführleitung **100** versehen. Die Gaszuführleitung **100** ist über einen Verbindungsabschnitt **102** mit einer Gasflasche **103** verbunden, aus der das Ersatzgas in den zweiten Raum **12** eingeführt wird. Die Gaszuführleitung **100** ist an einem Zwischenabschnitt mit einem Gassteuerventil **101** versehen, wodurch die Durchflußrate des Ersatzgases in der Leitung kontrolliert werden kann. Vom Gassteuerventil **101** erstreckt sich eine Signalleitung zum nachgeordneten Steuerabschnitt **37**. Der Benutzer der Vorrichtung kann die Durchflußrate des Ersatzgases mittels des am Monitor des PCs **35** angezeigten Betriebsbildschirms steuern.

[0058] Das Ersatzgas, ein Gas aus leichten Elementen, neigt dazu, sich im oberen Abschnitt des zweiten Raums **12** zu sammeln. Es ist daher schwierig, die Atmosphäre an der Unterseite des zweiten Raums **12** durch das Ersatzgas zu ersetzen. Vorzugsweise wird daher das Abdeckelement **122** unterhalb der Anbringungsstelle der Gaszuführleitung **100** mit einer Öffnung versehen (in der Fig. 2 befindet sich die Öffnung an der Anbringungsstelle eines Druckregelventils **104**). Dadurch kann das Atmosphärenluftgas durch das am Gaszuführabschnitt zugeführte Gas aus leichten Elementen herausgedrückt und durch die Öffnung an der Unterseite abgeführt werden. Die Atmosphäre im zweiten Gehäuse **121** kann damit wirkungsvoll ersetzt werden. Die Öffnung kann im übrigen auch als Grobevakuierungsöffnung ausgestaltet sein, wie es später noch beschrieben wird.

[0059] Das zweite Gehäuse **121** oder das Abdeckelement **122** können mit einer Evakuieröffnung versehen sein. Durch das Anschließen einer Vakuumpumpe an diese Evakuieröffnung ist es möglich, auch den zweiten Raum **12** in einen Vakuumzustand zu bringen. Dadurch wird eine elektronenmikroskopische Betrachtung in einem extrem geringen Vakuumzustand ermöglicht.

stand von zum Beispiel 0,1 atm möglich, die mit einem gewöhnlichen REM nicht durchgeführt werden kann.

[0060] Das Ersatzgas kann in das zweite Gehäuse **121** eingeführt werden, nachdem das Innere des zweiten Gehäuses **121** über die Evakuieröffnung evakuiert wurde. Die Evakuierung ist in diesem Fall nur dazu erforderlich, die Menge an Atmosphärenluftgaskomponenten im zweiten Gehäuse **121** auf oder unter eine bestimmte Menge zu bringen. Es ist daher unnötig, eine Evakuierung auf einen hohen Vakuumgrad durchzuführen, und eine Grobevakuierung reicht aus. Bei der Betrachtung einer Wasser enthaltenden Probe, etwa einer Bioprobe, ist jedoch zu beachten, daß die Probe im Vakuumzustand einer Zustandsänderung durch das Verdampfen von Wasser unterliegt. In einem solchen Fall ist es besser, das Ersatzgas wie oben beschrieben direkt beginnend mit der Luftatmosphäre zuzuführen. Die Öffnung wird mit dem Abdeckelement verschlossen, nachdem das Ersatzgas eingeführt wurde, wodurch das Ersatzgas wirkungsvoll im zweiten Raum **12** eingeschlossen wird.

[0061] Mit einem an der Stelle der Öffnung angebrachten Dreiwegeventil kann die Öffnung auf kombinierte Weise als Grobevakuierungsöffnung und Luft-einlaßöffnung verwendet werden. Wenn einer der drei Anschlüsse des Dreiwegeventils am Abdeckelement **122** angebracht wird, wird dazu ein anderer Anschluß mit einer Grobevakuierpumpe und der verbleibende Anschluß mit einem Leckventil verbunden und auf diese Weise die gerade erwähnte kombinierte Evakuier/Belüftungsöffnung realisiert.

[0062] An Stelle der erwähnten Öffnung kann auch ein Druckregelventil **104** vorgesehen werden. Das Druckregelventil **104** öffnet sich automatisch, wenn der Druck im zweiten Gehäuse **121** 1 atm erreicht oder übersteigt. Durch das Vorsehen eines Druckregelventils mit einer solchen Funktion wird sichergestellt, daß, wenn der Innendruck beim Einführen von Gas aus leichten Elementen 1 atm erreicht oder übersteigt, das Druckregelventil **104** automatisch öffnet und die Atmosphärenluftkomponenten wie Stickstoff und Sauerstoff nach außen abgibt, wodurch das Innere der Vorrichtung mit dem Gas aus leichten Elementen gefüllt werden kann. Die Gasflasche **103** kann als Teil der Betrachtungsvorrichtung mitgeliefert werden oder nach der Installation der Vorrichtung vom Benutzer angeschlossen werden.

[0063] Es wird nun ein Verfahren zum Einstellen der Position der Probe **6** beschrieben. Die Betrachtungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist als Positionseinstellvorrichtung mit Bezug zum Sichtfeld der Betrachtung mit einem Probentisch **5** versehen. Der Probentisch **5** ist mit einem XY-Antriebsmechanismus zum Antreiben in der XY-Ebene und mit ei-

nem Z-Achsen-Antriebsmechanismus zum Antreiben in der Höhenrichtung ausgerüstet. Am Abdeckelement **122** ist eine Halteplatte **107** angebracht, die als Bodenplatte zum Halten des Probentisches **5** dient. Der Probentisch **5** ist an der Halteplatte **107** befestigt. Die Halteplatte **107** ist an der Seite des Abdeckelements **122**, die zum zweiten Gehäuse **121** zeigt, derart angebracht, daß sie sich in das Innere des zweiten Gehäuses **121** erstreckt. Vom Z-Achsen-Antriebsmechanismus und vom XY-Antriebsmechanismus weg erstrecken sich jeweils Antriebswellen, die mit einem Betätigungsknopf **108** bzw. einem Betätigungsknopf **109** verbunden sind. Der Benutzer der Vorrichtung betätigt die Betätigungsknöpfe **108** und **109** und stellt damit die Position der Probe **6** im zweiten Gehäuse **121** ein.

[0064] Beim Einstellen der Probenposition wird in der Regel zuerst die Position in der Ebene (horizontalen Ebene) festgelegt und dann die Position in der Höhenrichtung. Um eine Zerstörung des dünnen Films **10** zu verhindern, sollte die Position der Probe **6** in der Höhenrichtung so eingestellt werden, daß sich die Probe **6** nicht zu nahe am dünnen Film **10** befindet. Dazu kann bei der Betrachtungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform folgende Prozedur angewendet werden. Der Abstand zwischen der Probe **6** und dem Linsentubus **200** wird vorher mit dem optischen Mikroskop (der Lichtquelle **201** und dem Linsentubus **200**) gemessen. Auf der Basis der Beziehung zwischen der Höhe der Unterseite des dünnen Films **10** und der Höhe des unteren Endes des Linsentubus **200**, die vorher bestimmt wurde, wird der Abstand zwischen der Probe **6** und dem dünnen Film **10** eingestellt.

[0065] Es folgt nun eine Beschreibung des Bewegungsmechanismus, mit dem der Probentisch **5** zwischen der Position zur Betrachtung der Probe **6** mit dem optischen Mikroskop und der Position zur Betrachtung der Probe **6** mit dem Ladungsteilmikroskop bewegt werden kann. Der Bewegungsmechanismus ist so ausgestaltet, daß zumindest sichergestellt ist, daß der Probenanbringungsabschnitt zwischen einer ersten Position, an der die Probe **6** mit dem primären Ladungsteilchenstrahl von der optischen Ladungsteilchensäule **2** bestrahlt wird, und einer zweiten Position, an der Licht von der Probe **6** vom Linsentubus **200** des optischen Mikroskops erfaßt wird, bewegt werden kann. Der Bewegungsmechanismus kann auch so ausgestaltet sein, daß er eine Funktion zum Ersetzen der Probe **6** aufweist. Die Betrachtungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist mit einem Abdeckelement-Halteelement **19** und einer Bodenplatte **20** am Boden des ersten Gehäuses **7** bzw. am unteren Endabschnitt des Abdeckelements **122** versehen.

[0066] Die Bodenplatte **20** umfaßt eine Haltestange **18**, die bei der Bewegung des Probentisches **5**

als Führung verwendet wird. Im Normalzustand befindet sich die Haltestange **18** in einem Aufbewahrungsabschnitt in der Bodenplatte **20**. Beim Bewegen des Probestisches **5** erstreckt sich die Haltestange **18** in der Richtung, in die das Abdeckelement **122** herausgezogen wird. Die Haltestange **18** und der Aufbewahrungsabschnitt in der Bodenplatte **20** sind so ausgestaltet, daß sie zumindest eine solche Länge haben, daß der Probestisch **5** zwischen einer Position, an der die Probe **6** unter dem optischen Mikroskop betrachtet werden kann, und einer Position bewegt werden kann, an der die Probe **6** unter dem Ladungsteilchenmikroskop betrachtet werden kann. Mit diesem Bewegungsmechanismus kann die Probe **6** unter dem Ladungsteilchenmikroskop betrachtet werden, nachdem sie unter dem optischen Mikroskop betrachtet wurde. Wenn die Haltestange **18** in der Herausziehrichtung des Abdeckelements **122** herausgezogen oder im herausgezogenen Zustand gehalten wird, kann der Probestisch **5** in eine Position gebracht werden, in der die Probe **6** unter dem optischen Mikroskop betrachtet werden kann, das heißt es kann der zu betrachtende Teil der Probe **6** in der optischen Achse **204** des Linsentubus **200** des optischen Mikroskops angeordnet werden. Wenn die Haltestange **18** entgegen der Herausziehrichtung des Abdeckelements **122** in den Aufbewahrungsabschnitt in der Bodenplatte **20** hineingeschoben oder im hineingeschobenen Zustand gehalten wird, kann der Probestisch **5** in eine Position gebracht werden, in der die Probe **6** unter dem Ladungsteilchenmikroskop betrachtet werden kann, das heißt es kann der zu betrachtende Teil der Probe **6** in der optischen Achse **203** der optischen Ladungsteilchensäule **2** des Ladungsteilchenmikroskops angeordnet werden.

[0067] Die Haltestange **18** dient außerdem beim Abnehmen des Abdeckelements **122** als Führung. Die Haltestange **18** ist dazu so ausgestaltet, daß sie sich in der Herausziehrichtung des Abdeckelements **122** erstreckt, wenn das Abdeckelement **122** abgenommen wird. Die Haltestange **18** ist außerdem so am Abdeckelement-Halteelement **19** befestigt, daß, wenn das Abdeckelement **122** vom zweiten Gehäuse **121** abgenommen wird, das Abdeckelement **122** und der Hauptkörper der Betrachtungsvorrichtung nicht vollständig voneinander getrennt werden. Dadurch wird sichergestellt, daß der Probestisch **5** oder die Probe **6** nicht herunterfallen. Das Abdeckelement **122** ist mittels eines Vakuumdichtelements **125** abnehmbar am zweiten Gehäuse **121** befestigt. Das Abdeckelement-Halteelement **19** ist abnehmbar an der Bodenplatte **20** befestigt. Das Abdeckelement **122** und das Abdeckelement-Halteelement **19** können daher wie ein Körper vom zweiten Gehäuse **121** abgenommen werden.

[0068] Wenn die Probe **6** nach einer Betrachtung unter dem optischen Mikroskop unter dem Ladungsteilchenmikroskop betrachtet werden soll, wird der Pro-

bentisch **5** zuerst an einer Position angeordnet, an der die Probe **6** unter dem optischen Mikroskop betrachtet werden kann. Mit anderen Worten wird der zu betrachtende Teil der Probe **6** in der optischen Achse **204** des Linsentubus **200** des optischen Mikroskops angeordnet. In diesem Zustand erfolgt die Betrachtung. Dann wird das Abdeckelement **122** in das zweite Gehäuse **121** hineingedrückt, um den Probestisch **5** so zu bewegen, daß die Probe **6** in etwa in einer Position ist, in der die Probe **6** unter dem Ladungsteilchenmikroskop betrachtet werden kann. Das Abdeckelement **122** wird mit Befestigungselementen (nicht gezeigt) am Ansetzabschnitt **132** befestigt und danach ein Ersatzgas eingeführt. Mit der Positionseinstelleinrichtung erfolgt dann eine Positionseinstellung. Zum Beispiel wird die Probe **6** durch Drehen des Z-Achsen-Betätigungs-knopfes für den Probestisch **5** näher an den dünnen Film **10** gebracht. Dann wird der gleiche Teil der Probe **6**, der mit dem optischen Mikroskop betrachtet wurde, unter dem Ladungsteilchenmikroskop betrachtet. Diese Vorgänge können ausgeführt werden, während der Betrieb der optischen Ladungsteilchensäule **2** weitergeht. Mit der Betrachtungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist daher ein schneller Beginn der Betrachtung möglich.

[0069] Wenn eine Probe **6** in das zweite Gehäuse **2** gebracht werden soll, wird zuerst die Probe **6** durch Drehen des Z-Achsen-Betätigungs-knopfes für den Probestisch **5** vom dünnen Film **10** weg bewegt. Dann wird das Druckregelventil **104** geöffnet, wodurch das Innere des zweiten Gehäuses **121** der Atmosphärenluft ausgesetzt wird. Nachdem festgestellt wurde, daß im Inneren des zweiten Gehäuses **121** kein Zustand mit verringertem Druck und kein Zustand mit erhöhtem Druck herrscht, wird das Abdeckelement **122** zu der dem Vorrichtungshauptkörper entgegengesetzten Seite herausgezogen. Damit wird ein Zustand erreicht, in dem die Probe **6** ausgetauscht werden kann. Nach dem Austauschen der Probe wird das Abdeckelement **122** wieder in das zweite Gehäuse **121** hineingeschoben und mit den Befestigungselementen (nicht gezeigt) am Ansetzabschnitt **132** befestigt, gefolgt von einem Einführen des Ersatzgases. Diese Vorgänge können ausgeführt werden, während der Betrieb der optischen Ladungsteilchensäule **2** weitergeht. Mit der Betrachtungsvorrichtung der vorliegenden Ausführungsform ist daher ein schneller Beginn der Betrachtung nach einem Austauschen der Probe möglich.

[0070] Bei der vorliegenden Ausführungsform sind der Probestisch **5**, die Betätigungs-knöpfe **108**, **109** dafür, die Gaszuführleitung und das Druckregelventil **122** alle konzentriert am Abdeckelement **122** angebracht. Dadurch kann der Benutzer der Vorrichtung die Betätigung der Betätigungs-knöpfe **108** und **109**, das Bewegen des Probestisches, das Ersetzen einer Probe und das Anbringen und Abnehmen der Gas-

zuführleitung **100** und des Druckregelventils **104** auf der gleichen Seite des ersten Gehäuses vornehmen. Die Verwendbarkeit der Vorrichtung ist damit im Vergleich zu Rasterelektronenmikroskopen erhöht, bei denen diese Komponenten getrennt und verstreut an verschiedenen Seiten einer Probenkammer angebracht sind.

<Dritte Ausführungsform>

[0071] Es wird nun eine dritte Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 3** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der dritten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops sich vollständig im zweiten Raum befindet, daß eine Verbindungsleitung **43** nach außen herausgezogen ist, und daß die Vorrichtung einen Antriebsmechanismus **205** zum Ändern der Position des optischen Mikroskops aufweist. In der folgenden Beschreibung wird die Beschreibung von gleichen Teilen wie in der zweiten Ausführungsform so weit wie möglich vermieden.

[0072] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Oberseite des Halteabschnitts **132A** des zweiten Gehäuses **121** so weit hochgezogen, daß die Höhenposition der Oberseite des Halteabschnitts **132** und die Höhenposition der Oberseite des ersten Gehäuses **7** im wesentlichen übereinstimmen. An der Innenseite des Halteabschnitts **132A** ist der Antriebsmechanismus **205** zum Bewegen des optischen Mikroskops zur Probe **6** hin und davon weg (in vertikaler Richtung) angebracht. Bei einem optischen Mikroskop erfolgt das Scharfstellen einer Abbildung im allgemeinen dadurch, daß der Abstand zwischen einer optischen Linse, etwa der Objektivlinse, und der Probe verändert wird. Durch den Antriebsmechanismus **205** wird das optische Mikroskop als Ganzes von der Probe **6** weg und zur Probe **6** hin bewegt, wodurch die Scharfstellung erfolgen kann, ohne daß die Höhenposition der Probe **6** verändert wird. Die vorliegende Ausführungsform ist besonders dann von Vorteil, wenn der Abbildungserfassungsabschnitt am optischen Mikroskop zum Erfassen der Abbildung eine CCD-Vorrichtung ist.

[0073] Der Antriebsmechanismus **205** kann so ausgestaltet sein, daß die Lichtquelle **201** und der Linsentubus **200** des Mikroskops bewegt werden kann, oder daß nur die Lichtquelle **201** und eine optische Linse wie die Objektivlinse des Linsentubus **200** bewegt werden kann. Alternativ kann der Antriebsmechanismus **205** so ausgestaltet sein, daß nur der Linsentubus **200** ohne die Lichtquelle **201** bewegt werden kann, oder daß nur eine optische Linse wie die Objektivlinse des Linsentubus **200** bewegt werden

kann, ohne daß die Lichtquelle **201** bewegt wird. Vorzugsweise wird dieser Teil oder der ganze Körper des Mikroskops zur Probe **6** hin und davon weg bewegt.

[0074] Der Abstand zwischen der optischen Achse **204** des Linsentubus **200** und der optischen Achse **203** des Elektronenmikroskops wird als vorab bekannter Abstand auf einen vorgegebenen Abstand festgelegt.

[0075] Nach dem Betrachten einer Probe unter dem optischen Mikroskop wird der Probenstisch **17** um eine Strecke bewegt, die dem vorgegebenen Abstand entspricht, wodurch der gleiche Teil der Probe unter dem optischen Mikroskop und unter dem Elektronenmikroskop betrachtet werden kann. Außerdem kann der gleiche Teil der Probe aus im wesentlichen der gleichen Richtung mit den beiden Arten von Mikroskopen betrachtet werden, im Gegensatz zu einem Aufbau, bei dem ein optisches Mikroskop und ein Elektronenmikroskop einander gegenüber angeordnet sind wie bei der zitierten Druckschrift 1. Die Verwendbarkeit der Vorrichtung wird dadurch erhöht.

<Vierte Ausführungsform>

[0076] Es wird nun eine vierte Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 4** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der vierten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß die Lichtquelle **201** des optischen Mikroskops unter der Probe **6** angeordnet ist und daß der Probenstisch **5** als Probenanbringungsabschnitt mit einem Hohlraum **206** als Durchlaßabschnitt versehen ist, der das Licht von der Lichtquelle **201** durchläßt. In der folgenden Beschreibung wird die Beschreibung von gleichen Teilen wie in der zweiten Ausführungsform so weit wie möglich vermieden.

[0077] Wenn die Probe **6** nicht transparent ist, ist es erforderlich, daß die Lichtquelle **201** Licht von oben auf die Probe **6** einstrahlt. Wenn die Probe **6** jedoch transparent oder für Licht durchlässig ist, kann die Lichtquelle **201** unter der Probe **6** angeordnet werden, so daß eine optische Mikroskopabbildung im Durchlicht durch die Probe **6** erhalten werden kann. Vorzugsweise ist wie in der **Fig. 4** gezeigt die Lichtquelle **201** unter dem Probenstisch **5** angeordnet. In diesem Fall ist der Probenstisch **5** mit dem Hohlraum **206** versehen, der das Licht durchläßt.

[0078] Das optische Mikroskop kann auch so ausgestaltet sein, daß es angebracht und abgenommen werden kann. Wenn das optische Mikroskop vom Halteabschnitt **132A** abgenommen wird, wird vorzugsweise die Stelle, an der sich das Mikroskop

befunden hat, mit einer Abdeckung (einem Deckel) und dergleichen abgedeckt, so daß die Außenseite der Vorrichtung auf atmosphärischer Basis von der Innenseite des zweiten Raums **12** getrennt werden kann.

<Fünfte Ausführungsform>

[0079] Es wird nun eine fünfte Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 5** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der fünften Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß sie einen Modus zeigt, in dem die Vorrichtung als Hochvakuum-REM verwendet wird, das mit einem optischen Mikroskop versehen ist. In der folgenden Beschreibung wird die Beschreibung von gleichen Teilen wie in der zweiten Ausführungsform so weit wie möglich vermieden.

[0080] Wie diese Ausführungsform zeigt, kann die Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) der vorliegenden Erfindung auch als Hochvakuum-REM verwendet werden, das mit einem optischen Mikroskop versehen ist.

[0081] Die **Fig. 5** zeigt ein mit einem optischen Mikroskop versehenes Ladungsteilchenmikroskop in einem Zustand, in dem die Anbringungsstellen der Gaszuführleitung **100** und des Druckregelventils **104** mit Abdeckelementen **122** verschlossen worden sind, nachdem die Gaszuführleitung **100** und das Druckregelventil **104** vom Abdeckelement **122** abgenommen wurden, und in dem das Abdeckelement **122** am zweiten Gehäuse **121** befestigt ist. Wenn vor oder nach diesem Vorgang auch das Halteelement **47** für den dünnen Film vom zweiten Gehäuse **121** abgenommen wurde, stehen der erste Raum **11** und der zweite Raum **12** miteinander in Verbindung, so daß das Innere des zweiten Gehäuses von der Vakuumpumpe **4** evakuiert werden kann. Dadurch wird eine Betrachtung mit einem Hochvakuum-REM in einem Zustand möglich, in dem das zweite Gehäuse **121** angebracht ist.

[0082] Als Modifikation des Aufbaus der **Fig. 5** kann das zweite Gehäuse **121** mit dem daran angebrachten Halteelement **47** für den dünnen Film und dem optischen Mikroskop vollständig demontiert werden und das Abdeckelement **122** direkt an einer Ansetzfläche des ersten Gehäuses **7** befestigt werden.

[0083] Bei diesem Aufbau stehen der erste Raum **11** und der zweite Raum **12** miteinander in Verbindung, so daß das Innere des zweiten Gehäuses **121** von der Vakuumpumpe **4** evakuiert werden kann. Dieser

Aufbau entspricht im übrigen dem Aufbau einer üblichen REM-Vorrichtung.

[0084] Wie oben beschrieben sind bei der vorliegenden Ausführungsform der Probenstisch, die Betätigungsknöpfe **108**, **109** dafür, die Gaszuführleitung **100** und das Druckregelventil **104** alle konzentriert am Abdeckelement **122** angebracht. Dadurch kann der Benutzer der Vorrichtung die Betätigung der Betätigungsknöpfe **108** und **109**, das Ersetzen der Probe und das Anbringen und Abnehmen der Gaszuführleitung **100** und des Druckregelventils **104** auf der gleichen Seite des ersten Gehäuses vornehmen. Die Verwendbarkeit der Vorrichtung ist damit im Vergleich zu Rasterelektronenmikroskopen erhöht, bei denen diese Komponenten getrennt und verstreut an verschiedenen Seiten einer Probenkammer angebracht sind.

<Sechste Ausführungsform>

[0085] Es wird nun eine sechste Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 6** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der sechsten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die sechste Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß das optische Mikroskop außerhalb der Vorrichtung angeordnet ist und der Halteabschnitt **132A** des zweiten Gehäuses **121** an der dem Linsentubus **200** des optischen Mikroskops gegenüberliegenden Stelle mit einem Fenster **215** versehen ist. In der folgenden Beschreibung wird die Beschreibung von gleichen Teilen wie in der zweiten Ausführungsform so weit wie möglich vermieden.

[0086] Wie in der **Fig. 6** gezeigt, sind bei der vorliegenden Ausführungsform sowohl der Linsentubus **200** als auch die Lichtquelle für das optische Mikroskop außerhalb der Vorrichtung angeordnet, und der Halteabschnitt **132A** für das zweite Gehäuse **121** ist mit wenigstens dem lichtdurchlässigen Fenster **215** versehen.

[0087] Bei einem optischen Mikroskop kann die Betrachtung im allgemeinen dann mit einer stärkeren Vergrößerung erfolgen, wenn der Abstand zwischen der Objektivlinse und der Probe kürzer ist. Die Aufbauten für die erste bis fünfte Ausführungsform bzw. die in den **Fig. 1** bis **Fig. 5** gezeigten Aufbauten ergeben höhere Auflösungen für das optische Mikroskop und sind daher der Anordnung des Linsentubus **200** bei der vorliegenden Ausführungsform vorzuziehen. Bei dem Aufbau der **Fig. 6** kann jedoch das optische Mikroskop vollständig außerhalb der Vorrichtung (außerhalb des zweiten Raums **12**) angeordnet werden. Der Aufwand für die Abdichtung des zweiten Gehäuses von der Außenluft durch ein Abdichtelement **202**

und dergleichen kann daher vermieden werden, wodurch der Aufbau einfacher wird. Wenn die Probe **6** transparent oder lichtdurchlässig ist, kann die Lichtquelle wie in der **Fig. 4** gezeigt auch unter dem Probenisch **5** angeordnet werden.

<Siebte Ausführungsform>

[0088] Es wird nun eine siebte Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 7** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der siebten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die siebte Ausführungsform ist eine Modifikation der zweiten Ausführungsform. Die siebte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß anstelle der Halteplatte **107** ein Probenisch-Bewegungsmechanismus **107A** zum Bewegen des Probenisches **5** als Probenanbringungsabschnitt zwischen der optischen Achse **204** des Linsentubus **200** und der optischen Achse **203** des Elektronenmikroskops angebracht ist und daß der zweite Raum **12** so groß ist, daß der Halteabschnitt **132A** des zweiten Gehäuses **121** relativ zum Probenisch **5** zu der Seite der optischen Achse **204** des Linsentubus **200** bewegt werden kann.

[0089] Der Probenisch-Bewegungsmechanismus **107A** ist als Bewegungsmechanismus so aufgebaut, daß die Signale zum Antreiben des Probenisch-Bewegungsmechanismus **107A** zum Bewegen des Probenisches **5** (auf einer Datenbasis) durch eine Verbindungsleitung **43** vom nachgeordneten Steuerabschnitt **37** zum Bewegungsmechanismus übertragen werden. Der Bewegungsmechanismus ist so aufgebaut, daß der Probenisch **5** zumindest zwischen einer Position, an der die Probe **6** mit dem primären Ladungsteilchenstrahl von der optischen Ladungsteilchensäule **2** bestrahlt wird, und einer zweiten Position bewegt werden kann, an der Licht von der Probe **6** vom Linsentubus **200** des optischen Mikroskops erfaßt wird.

[0090] Nach einer Betrachtung der Probe **6** unter dem optischen Mikroskop wird der Probenisch vom Probenisch-Bewegungsmechanismus **107A** um eine Strecke bewegt, die dem oben erwähnten vorgegebenen Abstand entspricht, wodurch der gleiche Teil der Probe **6** sowohl mit dem optischen Mikroskop als auch mit dem Elektronenmikroskop betrachtet werden kann.

[0091] Der gleiche Teil der Probe **6** wird dabei mit den beiden Arten von Mikroskopen aus im wesentlichen der gleichen Richtung betrachtet, im Gegensatz zu dem in der zitierten Druckschrift 1 beschriebenen Aufbau, bei dem das optische Mikroskop und das Elektronenmikroskop einander gegenüber-

liegend angeordnet sind. Die Verwendbarkeit der Vorrichtung wird dadurch erhöht.

[0092] Im zweiten Gehäuse **121** kann wie oben erwähnt eine Luftatmosphäre bei 1 atm, eine Gasatmosphäre und eine Vakuumatmosphäre ausgebildet werden. Es kann damit abwechselnd eine Betrachtung unter dem optischen Mikroskop und eine Betrachtung unter dem Elektronenmikroskop unter verschiedenen atmosphärischen Bedingungen erfolgen.

[0093] Diese Ausführungsform der Vorrichtung kann auch bei der oben beschriebenen dritten bis sechsten Ausführungsform angewendet werden.

<Achte Ausführungsform>

[0094] Es wird nun eine achte Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 8** zeigt eine allgemeine schematische Darstellung der achten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Die achte Ausführungsform ist eine Modifikation der sechsten Ausführungsform. Die achte Ausführungsform unterscheidet sich von der sechsten Ausführungsform im wesentlichen darin, daß ein Halteabschnitt **132A** des zweiten Gehäuses **121** einheitlich mit dem Ansetzabschnitt **132** ausgebildet ist (oder der Ansetzabschnitt **132** auch als Halteabschnitt **132A** dient), und daß die Vorrichtung einen Positionseinstellmechanismus **209** umfaßt, mit dem der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops (in vertikaler Richtung) auf die Probe **6** zu und davon weg bewegt werden kann. In der folgenden Beschreibung die Beschreibung von gleichen Teilen wie bei der sechsten Ausführungsform so weit wie möglich weggelassen. Wie in der **Fig. 8** gezeigt, ist der Halteabschnitt **132A** des zweiten Gehäuses **121** einheitlich mit dem Ansetzabschnitt **132** ausgebildet. Der Halteabschnitt **132A** ist mit dem Positionseinstellmechanismus **209** versehen, mit dem das optische Mikroskop (der Linsentubus **200** und die Lichtquelle) in vertikaler Richtung auf die Probe **6** zu und davon weg bewegt werden kann. Der Positionseinstellmechanismus **209** umfaßt einen Halter **207** zum Halten des optischen Mikroskops, einen Haltestab **208** zum Halten des Halters und einen Einstellabschnitt **209A**, mit dem die Position des Halters **207** am Haltestab **208** in vertikaler Richtung eingestellt werden kann.

[0095] Die **Fig. 9** zeigt die Anordnung, wenn der Probenisch **5** zusammen mit dem Abdeckelement **122** herausgezogen wurde. Nach dem Herausziehen des Probenisches **5** wird das optische Mikroskop mit dem Positionseinstellmechanismus **209** zur Probe **6** bewegt und in eine Position gebracht, in der die Probe **6** betrachtet werden kann, und die Betrachtung durchgeführt. Beim Schließen des Abdeckelements **122** wird das optische Mikroskop mit dem Positionsein-

stellmechanismus **209** in eine Position gebracht, in der das untere Ende des optischen Mikroskops über dem oberen Ende des Abdeckelements **122** liegt. Bei diesem Aufbau ist der Ansetzabschnitt **132** des zweiten Gehäuses **121** zum Beispiel mit einer Gewindebohrung versehen. Nach dem Einschrauben des Haltestabs **208** in die Gewindebohrung kann das optische Mikroskop angebracht werden. Mit dem Heraus-schrauben des Haltestabs **208** aus der Gewindebohrung wird das optische Mikroskop entfernt. Das optische Mikroskop kann damit leicht angebracht und entfernt werden. Der Aufbau des zweiten Gehäuses **121** kann damit im Vergleich zur zweiten Ausführungsform sehr stark vereinfacht werden. Das optische Mikroskop kann auch vom ersten Gehäuse **7** oder vom Abdeckelement **122** gehalten werden.

<Neunte Ausführungsform>

[0096] Es wird nun eine neunte Ausführungsform beschrieben. Die **Fig. 10a** und **Fig. 10b** zeigen jeweils eine allgemeine schematische Darstellung der neunten Ausführungsform einer Betrachtungsvorrichtung (Untersuchungsvorrichtung) mit einem Ladungsteilchenmikroskop und einem optischen Mikroskop. Wie in den **Fig. 10a** und **Fig. 10b** gezeigt, ist die neunte Ausführungsform ein Ausgestaltungsbeispiel, bei dem sich die Beziehung der Anordnung des Abdeckelements **122** (der Bewegungsrichtung des Probenstückes **5**) relativ zur Anordnung der optischen Ladungsteilchensäule **2** des Ladungsteilchenmikroskops und des Linsentubus **200** des optischen Mikroskops von der in den oben beschriebenen Ausführungsformen unterscheidet. Die Abnahmerichtung des Probenstückes **5** ist horizontal und senkrecht zu der Richtung, in der die optische Ladungsteilchensäule **2** und der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops ausgerichtet sind. Die optische Ladungsteilchensäule **2** und der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops sind daher in einer solchen Richtung ausgerichtet, daß beide in die Richtung zeigen, in der der Probenstück **5** in den zweiten Raum **12** eingesetzt und daraus entnommen wird.

[0097] In der folgenden Beschreibung wird die Beschreibung von gleichen Teilen wie in den obigen Ausführungsformen so weit wie möglich vermieden. Wie in den **Fig. 10a** und **Fig. 10b** gezeigt, ist das zweite Gehäuse **121** so ausgestaltet, daß daran der dünne Film **10** angebracht werden kann. Wenn das Abdeckelement **122** geöffnet ist und damit die Herausnahmeöffnung zum Herausnehmen des Probenstückes **5** offen ist, ist das zweite Gehäuse **121** so angeordnet, daß die Unterseite der optischen Ladungsteilchensäule **2** abgedeckt ist. Zwischen dem oberen Ende des zweiten Gehäuses **121** und der Unterseite des oberen Abschnitts des ersten Gehäuses **7** ist ein Abdichtelement **125** angeordnet. Durch das zweite Gehäuse **121** werden der erste Raum **11** und der zweite Raum **12** voneinander in atmosphä-

rischer Hinsicht getrennt. Da die optische Ladungsteilchensäule **2** und der Linsentubus **200** des optischen Mikroskops in eine solche Richtung ausgerichtet sind, daß beide zur Herausnahmeöffnung zum Herausnehmen des Probenstückes **5** zeigen, ist die Wartung der optischen Ladungsteilchensäule **2** und des Linsentubus **200** des optischen Mikroskops einfach, wenn das Abdeckelement **122** und damit die Herausnahmeöffnung zum Herausnehmen des Probenstückes **5** offen ist.

[0098] Das zweite Gehäuse **121** kann in der Darstellung von unten an das erste Gehäuse **7** angeschraubt sein, oder es kann von der Seite der Oberseite des oberen Abschnitts des ersten Gehäuses **7** an das erste Gehäuse **7** angeschraubt sein.

[0099] Mit dem in den **Fig. 10a** und **Fig. 10b** gezeigten Aufbau ist sichergestellt, daß durch das simple Vorhandensein des zweiten Gehäuses **121** bei der Betrachtung mit dem Elektronenmikroskop der Druck im zweiten Raum **12** höher ist als der Druck im ersten Raum **11**. Vorzugsweise verlaufen die optische Achse **204** des Linsentubus **200** des optischen Mikroskops und die optische Achse **203** der optischen Ladungsteilchensäule **2** parallel zueinander. Dadurch wird die Möglichkeit verbessert, mit den beiden Arten von Mikroskopen den gleichen Teil der Probe aus der gleichen Richtung zu betrachten. Die optische Achse **204** des Linsentubus **200** und die optische Achse **203** des Elektronenmikroskops können auch schräg zueinander verlaufen, solange es damit möglich ist, den gleichen Teil der Probe mit den beiden Arten von Mikroskopen im wesentlichen aus der gleichen Richtung zu betrachten.

[0100] Es kann auch ein abnehmbarer Aufbau vorgesehen werden, so daß die Betrachtung mit dem Ladungsteilchenmikroskop auch dann erfolgen kann, wenn das optische Mikroskop abgenommen ist.

[0101] Wie in den **Fig. 10a** und **Fig. 10b** gezeigt, wird vorzugsweise ein Gehäuse **214** vorgesehen, das eine Probeneinführkammer **210** bildet. In diesem Fall wird vorzugsweise ein Aufbau vorgesehen, bei dem der Probenstück **5** und das Abdeckelement **122** immer feststehen und die Probe **6** durch die Probeneinführkammer **210** in den zweiten Raum **12** eingeführt wird. Wie in der **Fig. 10b** gezeigt, ist die Probeneinführkammer **210** vorzugsweise mit einer Tür **211**, einer Tür **212** und einem Probeneinführstab **213** versehen. Das optische Mikroskop kann in der Probeneinführkammer **210** angeordnet sein.

[0102] Es wird nun die Vorgehensweise bei der Verwendung der Probeneinführkammer **210** beschrieben.

[0103] Zuerst wird die Tür **211** geöffnet und die Probe **6** oder ein Probenhalter mit der Probe **6** darauf

in der Probeneinführkammer **210** angeordnet. Dann wird die Tür **211** geschlossen und die Tür **212** geöffnet. Mit dem Probeneinführstab **213** wird die Probe **6** oder der Probenhalter mit der Probe **6** darauf auf den Probentisch **5** gesetzt. Damit kann die Probe **6** in den zweiten Raum gebracht werden, ohne daß das Abdeckelement **122** mit dem Probentisch **5** abgenommen werden muß.

[0104] Dieser Aufbau hat den Vorteil, daß sich die Atmosphäre im zweiten Raum **12** auch dann nicht mit der Atmosphärenluft vermischt, wenn die Probe **6** unter der Bedingung ersetzt wird, daß durch die Gaszuführöffnung **100** ein Gas aus leichten Elementen und dergleichen in den zweiten Raum **12** eingeführt wird. Es ist daher nicht erforderlich, beim Austauschen der Probe **6** eine große Menge des Gases aus leichten Elementen zuzuführen. Die Menge an verwendetem Gas und die Häufigkeit der Gaszuführung kann damit stark verringert werden.

Bezugszeichenliste

0	Ladungsteilchenquelle
1	Optische Linse
2	Optische Ladungsteilchensäule
3	Detektor
4	Vakuumpumpe
5	Probentisch
6	Probe
7	Erstes Gehäuse
10	Dünner Film
11	Erster Raum
12	Zweiter Raum
14	Leckventil
16	Vakuumleitung
18	Haltestange
19	Abdeckelement-Halteelement
20	Bodenplatte
35	PC
36	Übergeordneter Steuerabschnitt
37	Nachgeordneter Steuerabschnitt
43, 44	Verbindungsleitung
47	Halteelement für den dünnen Film
100	Gaszuführöffnung
101	Gassteuerventil
102	Verbindungsabschnitt
103	Gasflasche
104	Druckregelventil
107	Halteplatte
108, 109	Betätigungsknopf
121	Zweites Gehäuse
122, 130	Abdeckelement
123, 124, 125, 126, 128, 202	Abdichtelement

131	Hauptkörperabschnitt
132	Ansatzabschnitt
200	Linsentubus
201	Lichtquelle
203, 204	Optische Achse
205	Antriebsmechanismus
206	Hohlraum
207	Halter
208	Haltestab
209	Positionseinstellmechanismus
210	Probeneinführkammer
211, 212	Tür
213	Probeneinführstab
214	Gehäuse
215	Fenster

Patentansprüche

1. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung mit
einem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt zum Einstrahlen eines primären Ladungsteilchenstrahls;
einem ersten Gehäuse, das zumindest einen Teil eines ersten Raums umschließt, der im Vakuumzustand gehalten werden kann, wobei der erste Raum wenigstens zum Teil einen Bereich bildet, durch den der primäre Ladungsteilchenstrahl, der von dem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt abgegeben wird, eine Probe erreicht;
einem zweiten Gehäuse, das zumindest einen Teil eines zweiten Raums umschließt, in dem die Probe untergebracht werden kann, wobei das zweite Gehäuse am ersten Gehäuse vorgesehen ist;
einer Evakuierungsvorrichtung zum Evakuieren des ersten Raums;
einem Detektor zum Erfassen des Ladungsteilchenstrahls, der vom Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt eingestrahlt wird;
einem Trennwandabschnitt, der den ersten Raum vom zweiten Raum abtrennt, wobei der Trennwandabschnitt so angeordnet ist, dass er zum Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt coaxial ist, wenn die Probe mit dem primären Ladungsteilchenstrahl bestrahlt wird;
einem optischen Betrachtungsabschnitt, mit dem Licht auf die Probe geworfen wird und das Licht von der Probe aus der gleichen Richtung wie im Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt erfasst wird; und mit einem Probenanbringungsabschnitt zum Anbringen der Probe, der im zweiten Raum angeordnet ist, wobei die Betrachtung der Probe bei der Bestrahlung mit den Ladungsteilchen und die Betrachtung der Probe mit dem optischen Betrachtungsabschnitt im Zustand der Anordnung im zweiten Raum erfolgen kann.

2. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, mit einem Bewegungsmechanismus zum Bewegen des Probenanbringungsab-

schnitts zwischen einer ersten Position, an der die Probe mit dem primären Ladungsteilchenstrahl vom Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt bestrahlt wird, und einer zweiten Position, an das Licht von der Probe vom optischen Betrachtungsabschnitt erfasst wird.

3. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Erfassungsabschnitt einen Ladungsteilchenstrahl von der Probe im ersten Raum erfasst, und wobei der optische Betrachtungsabschnitt das Licht von der Probe im zweiten Raum erfasst.

4. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, mit einem Gaszuführanschluss zum Einführen von Gas in den zweiten Raum.

5. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der optische Betrachtungsabschnitt zum Teil oder ganz im zweiten Raum angeordnet ist.

6. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, mit einem Antriebsmechanismus zum Bewegen eines Teils oder des ganzen optischen Betrachtungsabschnitts auf die Probe zu und davon weg.

7. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei im zweiten Raum eine Lichtquelle angeordnet ist.

8. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Lichtquelle so angeordnet ist, dass sie dem optischen Betrachtungsabschnitt gegenüberliegt, und wobei der Probenanbringungsabschnitt mit einem durchlässigen Abschnitt versehen ist, der lichtdurchlässig ist.

9. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt und der optische Betrachtungsabschnitt so ausgerichtet sind, daß beide einer Herausnahmeöffnung gegenüberliegen, durch die der Probenanbringungsabschnitt aus dem zweiten Raum herausgenommen wird.

10. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der optische Betrachtungsabschnitt außerhalb des ersten Gehäuses und außerhalb des zweiten Gehäuses vorgesehen ist, und wobei das zweite Gehäuse an einer Stelle, die dem optischen Betrachtungsabschnitt gegenüberliegt, mit einem lichtdurchlässigen Fenster versehen ist.

11. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Ladungsteilchenbe-

strahlungsabschnitt und der optische Betrachtungsabschnitt in einer waagerechten Richtung in einer Ebene senkrecht zu der Richtung ausgerichtet sind, in der der Probenanbringungsabschnitt in den zweiten Raum gebracht und daraus entfernt wird.

12. Untersuchungs- und Betrachtungsvorrichtung nach Anspruch 1, mit einer Probeneinführkammer, durch die die Probe in den zweiten Raum gebracht wird.

13. Probenuntersuchungs- und Probenbetrachtungsverfahren mit einem Einstrahlen von Licht auf eine Probe, die an einem Probenanbringungsabschnitt angebracht ist, der in einem zweiten Raum angeordnet ist, in dem die Probe untergebracht wird, und einem Erfassen des Lichts von der Probe durch einen optischen Betrachtungsabschnitt; einem Bewegen der Probe in eine Position, in der die Probe mit einem primären Ladungsteilchenstrahl bestrahlt werden kann, der von einem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt abgegeben wird, wobei sich die Position im zweiten Raum befindet; einem Bestrahlen der Probe mit dem primären Ladungsteilchenstrahl, der von dem Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt abgegeben wird, mit Bezug zur Probe aus der gleichen Richtung wie im optischen Betrachtungsabschnitt, wobei der primäre Ladungsteilchenstrahl durch einen ersten Raum, der im Vakuumzustand gehalten werden kann, und durch einen Trennwandabschnitt läuft, der coaxial zum Ladungsteilchenbestrahlungsabschnitt angeordnet ist und der den ersten Raum vom zweiten Raum abtrennt; und mit einem Erfassen eines Ladungsteilchenstrahls von der Probe durch einen Erfassungsabschnitt.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

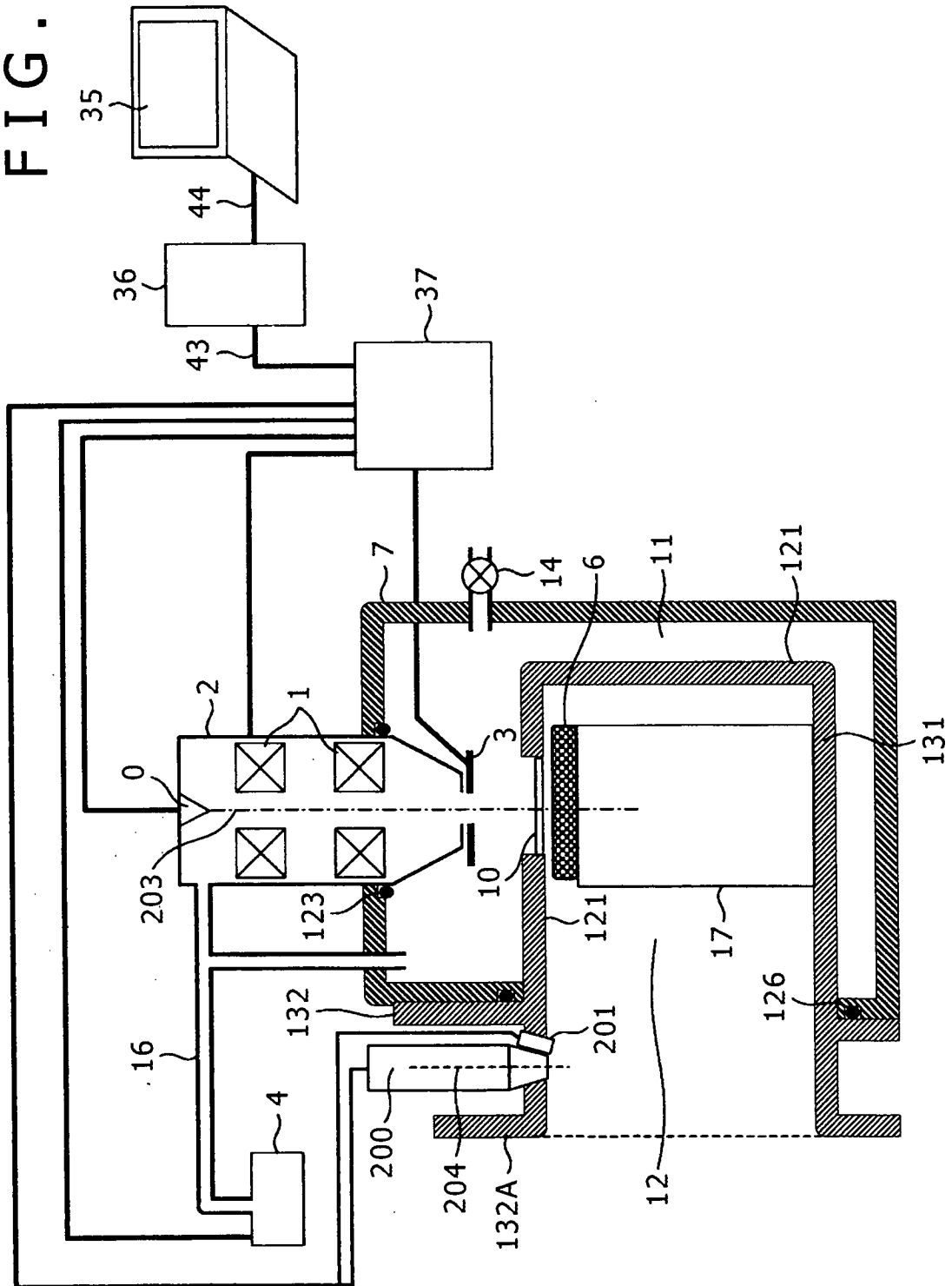


FIG. 2

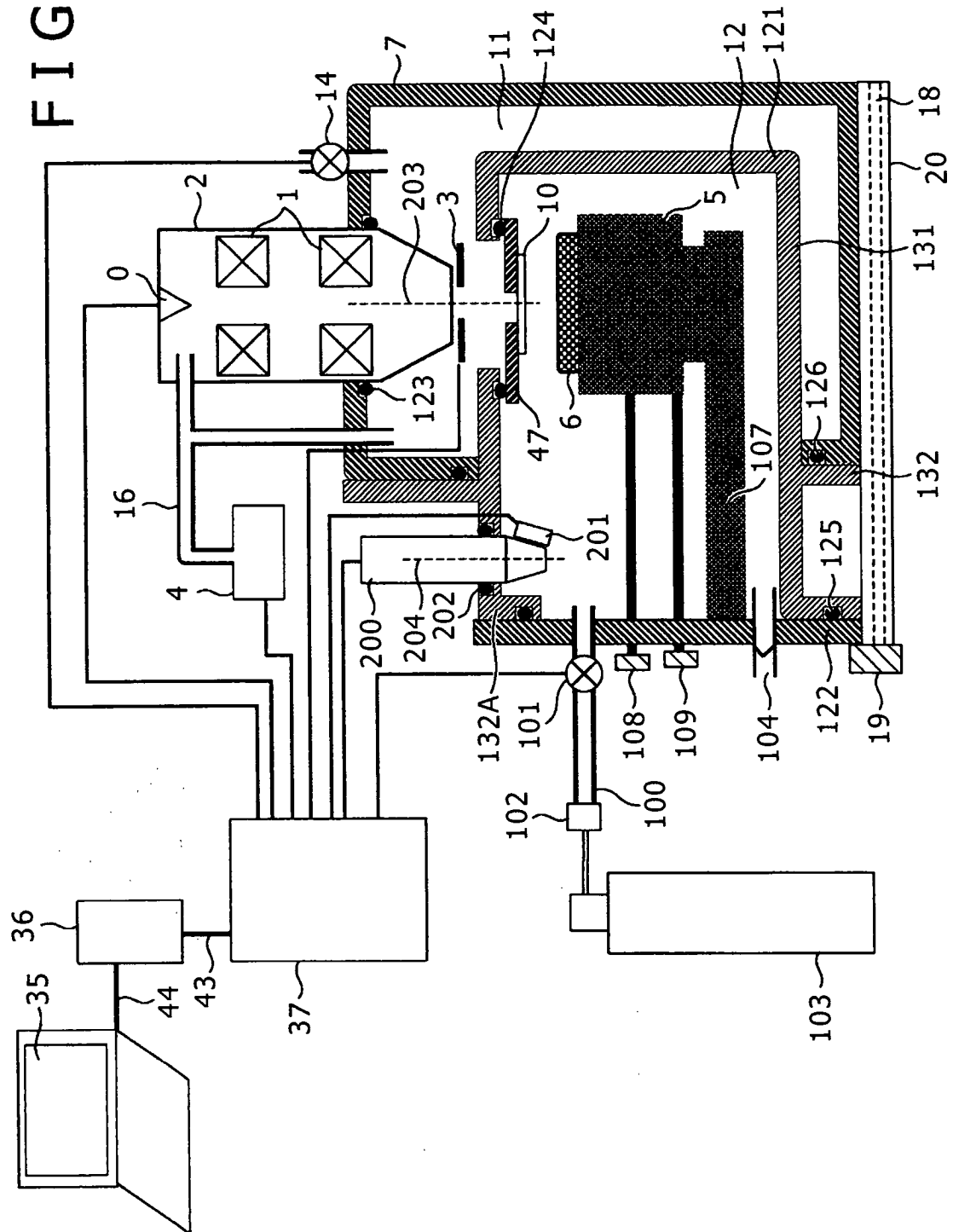


FIG. 3.

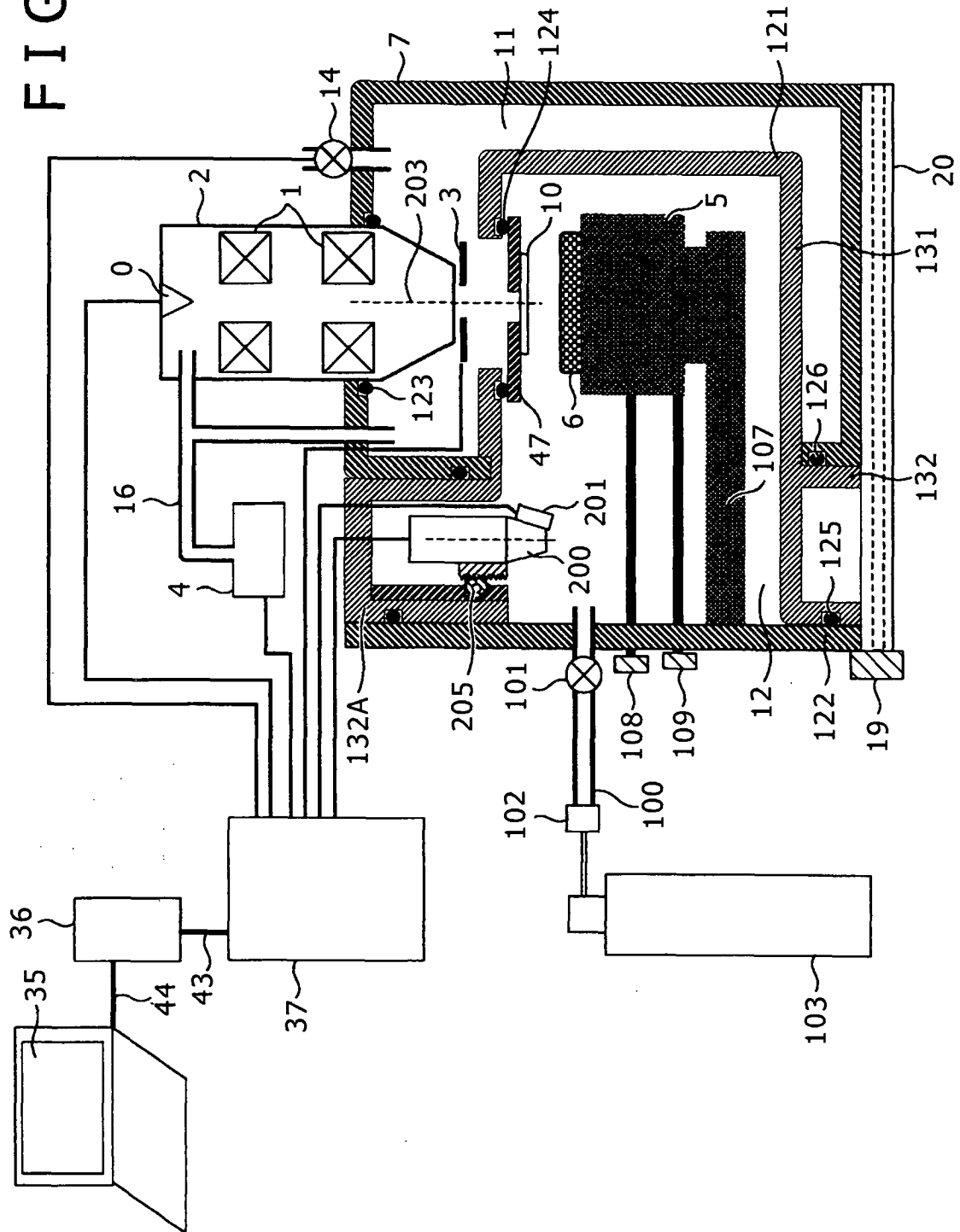


FIG. 4

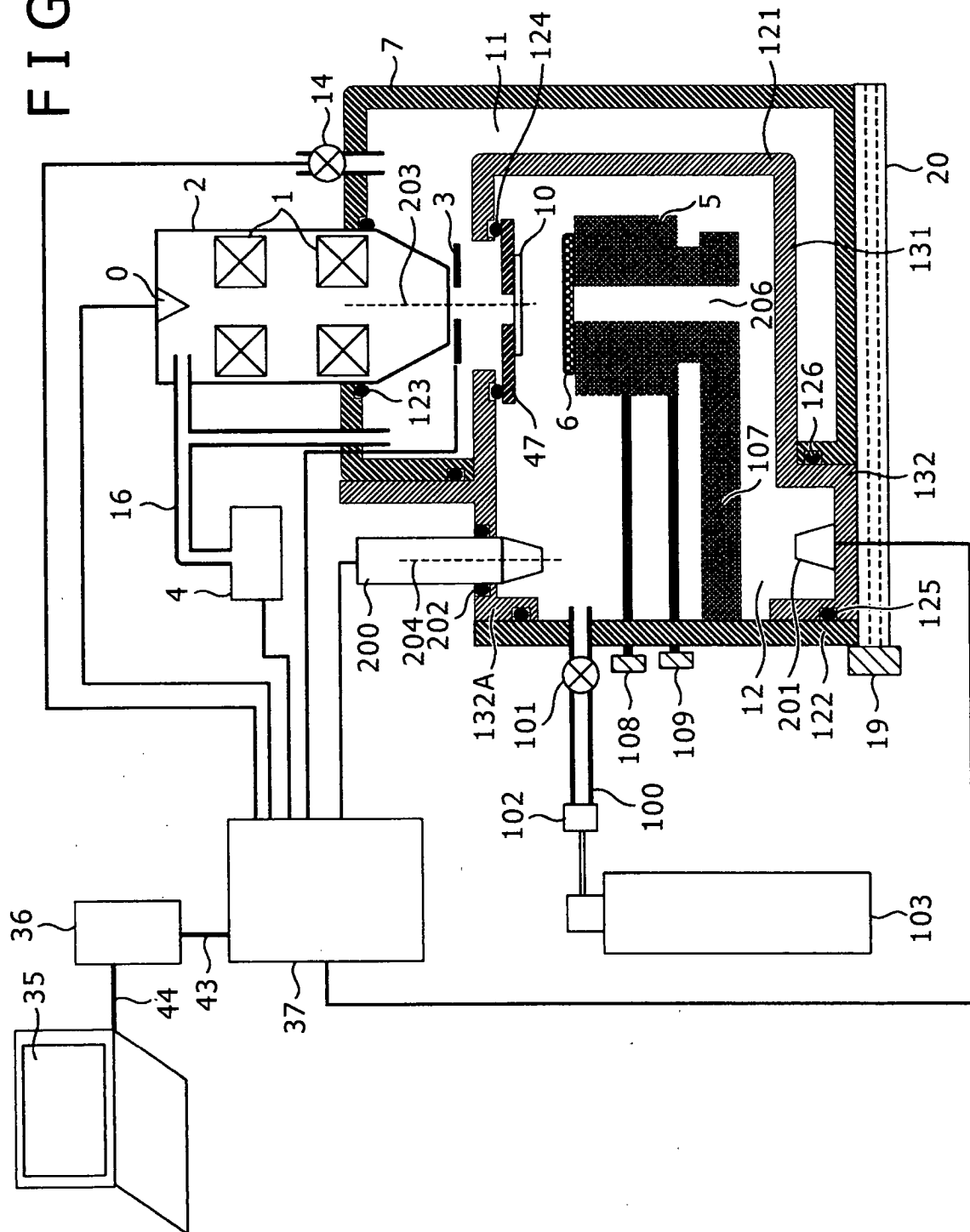


FIG. 5.

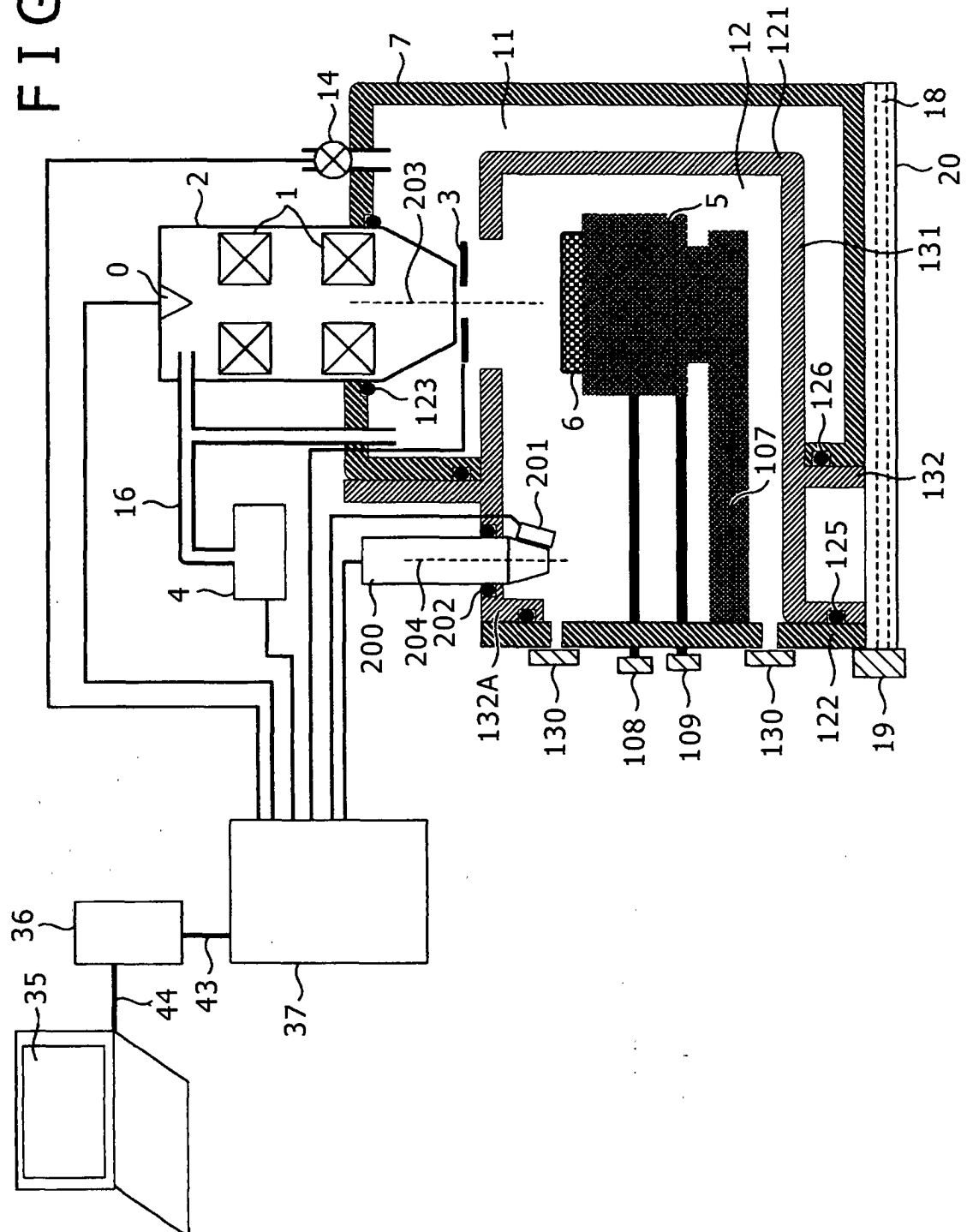


FIG. 6.

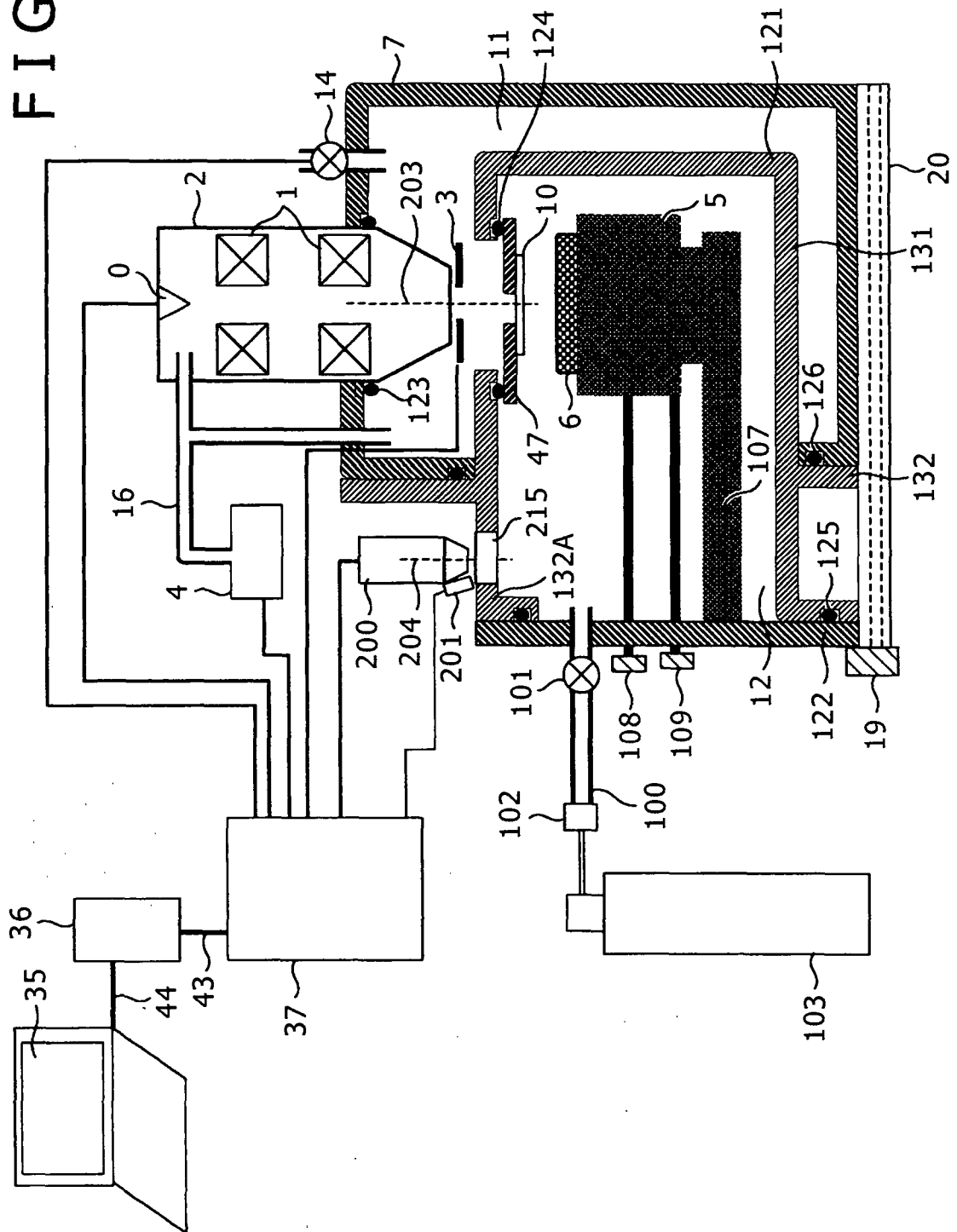


FIG. 7

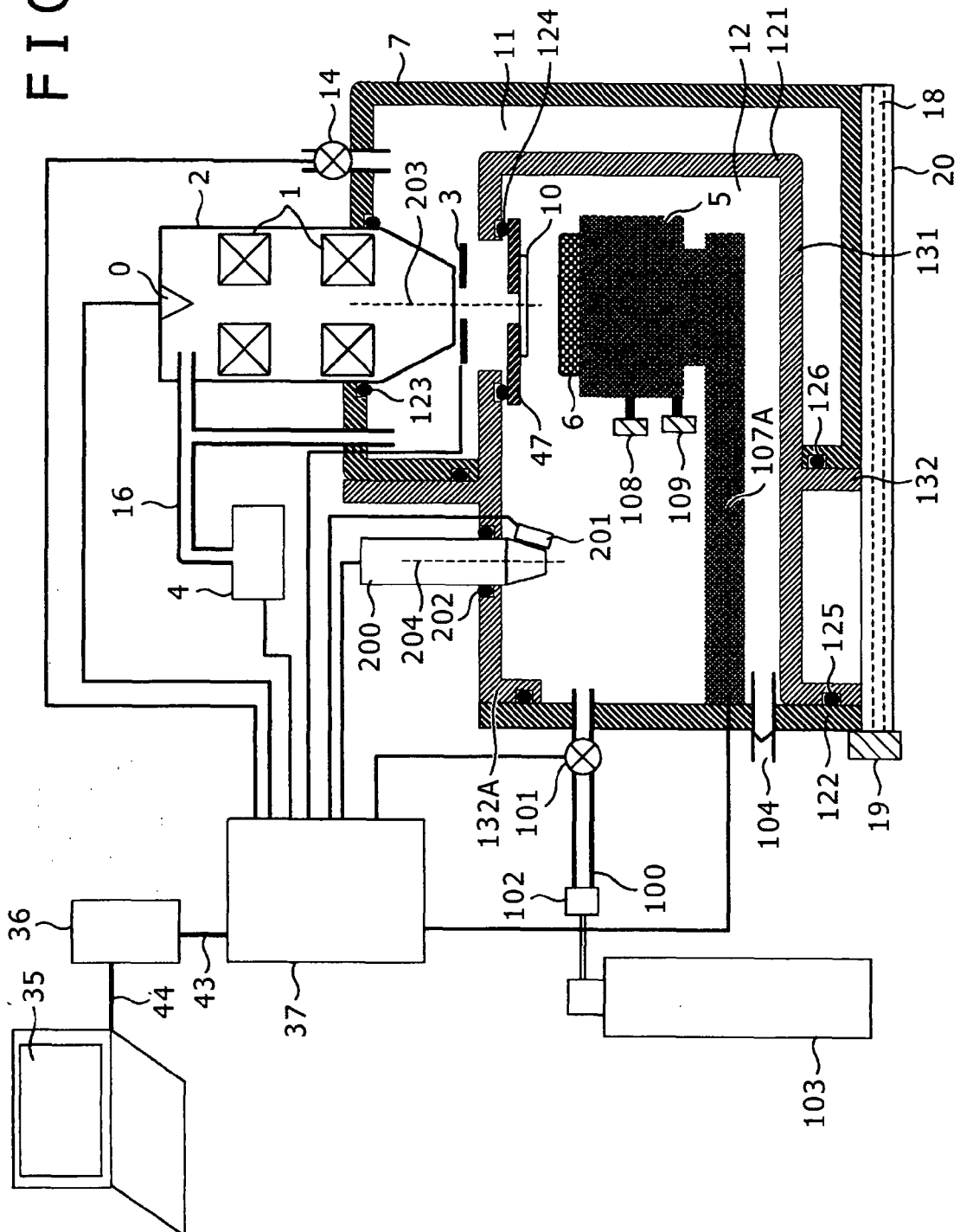


FIG. 8

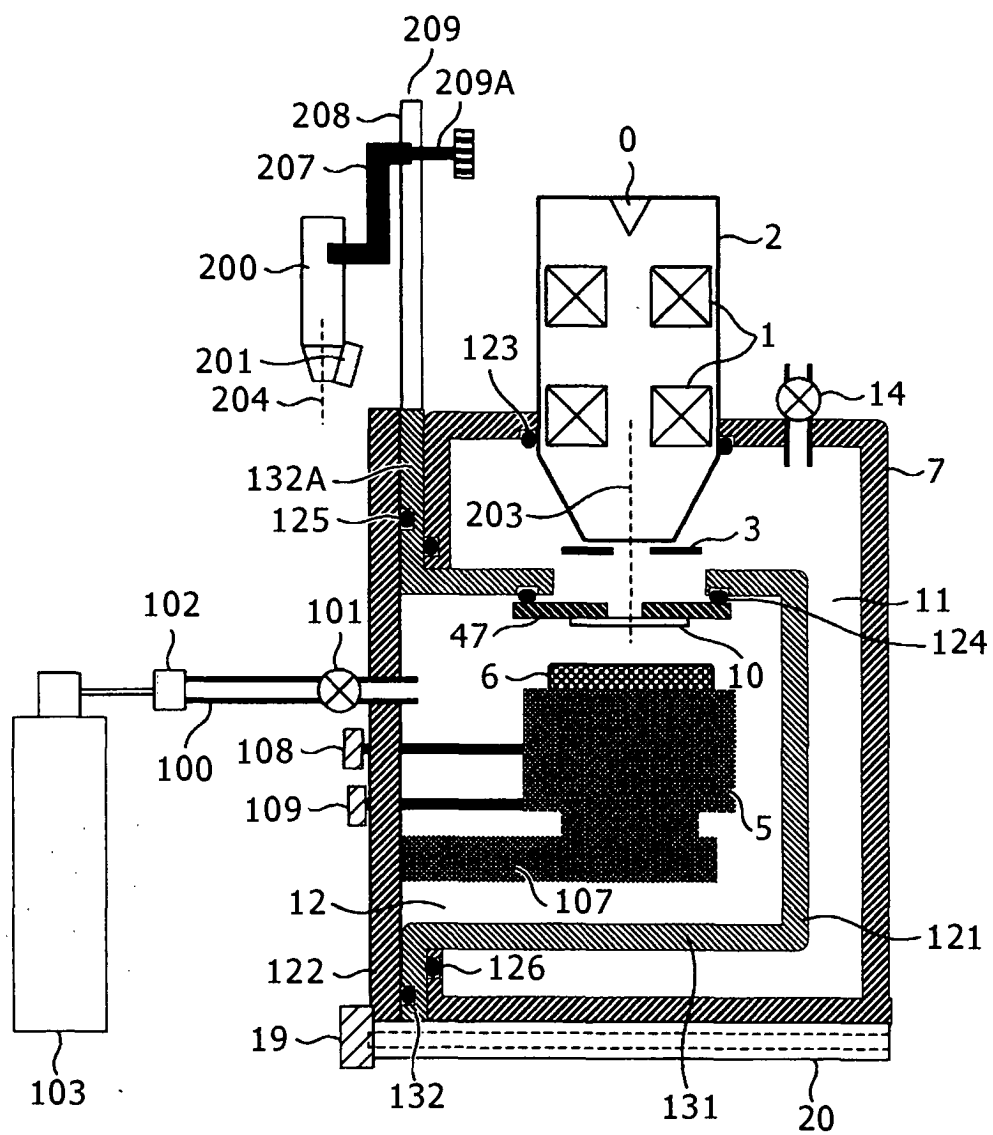


FIG. 9

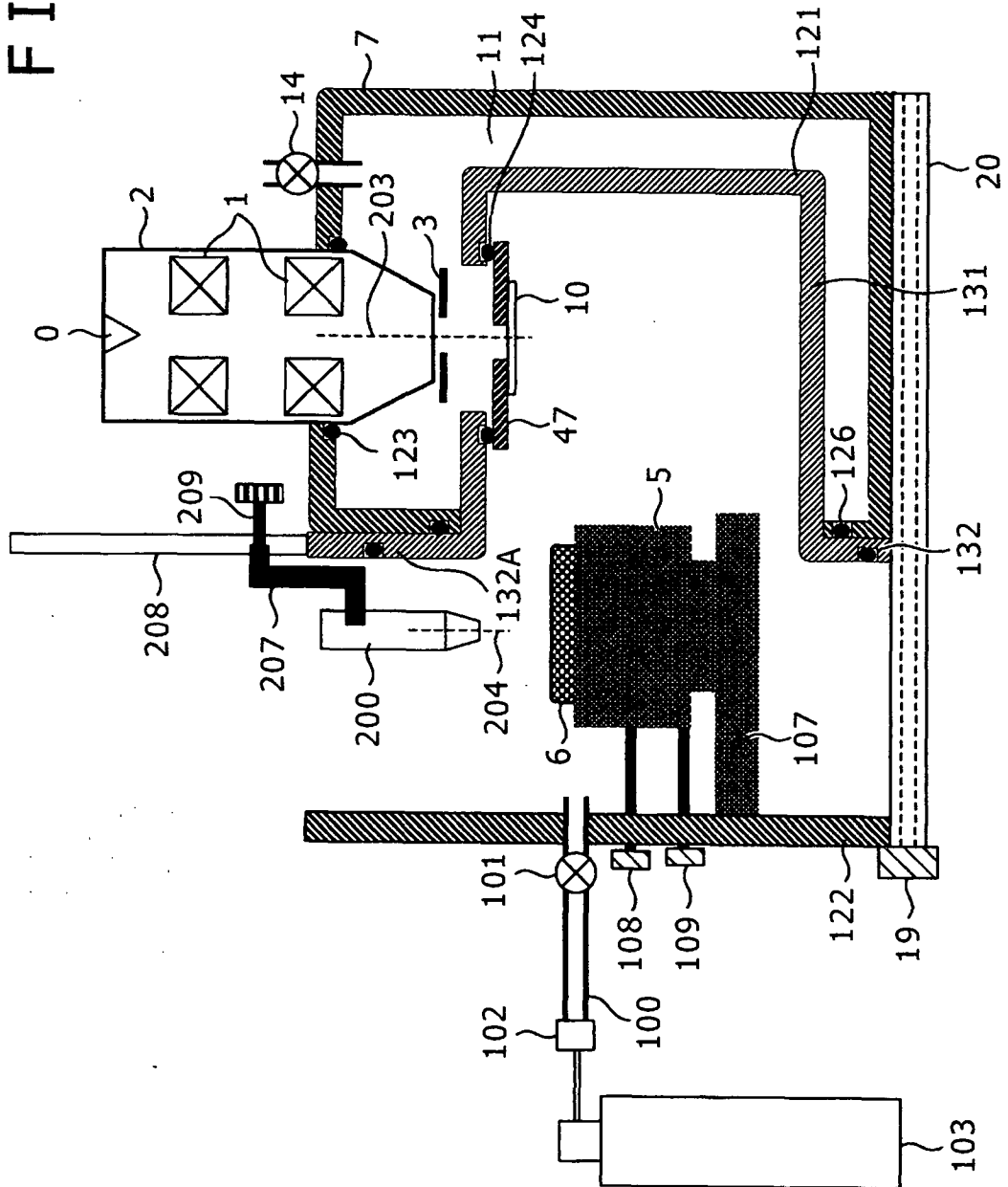


FIG. 10a

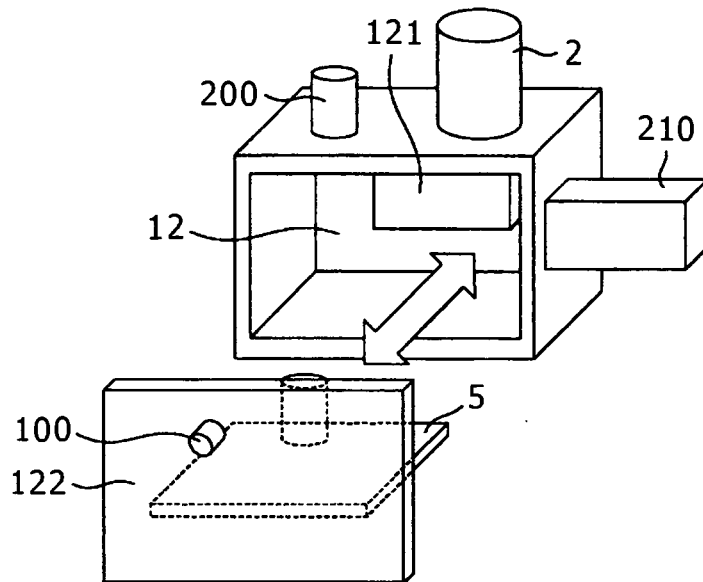


FIG. 10b

