



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 062 332 A1** 2010.06.17

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 062 332.6**

(22) Anmeldetag: **15.12.2008**

(43) Offenlegungstag: **17.06.2010**

(51) Int Cl.⁸: **C23C 14/00** (2006.01)

(71) Anmelder:
Gühning OHG, 72458 Albstadt, DE

(72) Erfinder:
Fiedler, Mario, 13125 Berlin, DE

(74) Vertreter:
**WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 80336 München**

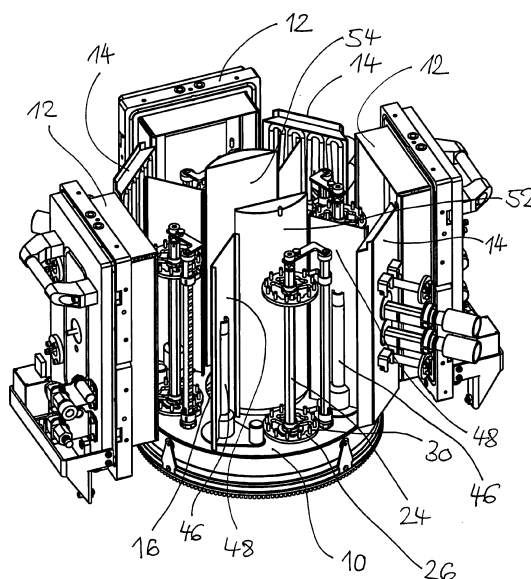
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten durch Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase nach dem PVD (Physical Vapour Deposition)- oder dem reaktiven PVD-Verfahren. In einer evakuierbaren Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer sind mehrere Substratträger und mehrere Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten, wie z.B. Verdampferquellen, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode und Ätzanode angeordnet. Zur besseren wirtschaftlichen Auslastung der Anlage ist diese derart modular bestückbar, dass die in einer Charge in die Anlage eingebrachten Substratkomponenten einer unterschiedlichen Behandlung (Beschichtung, Oberflächenbehandlung) unterzogen werden können. Die Erfindung stellt ferner ein neues Verfahren zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten zur Verfügung, mit dem Beschichtungsanlagen nach dem PVD (Physical Vapour Deposition)- oder dem reaktiven PVD-Verfahren wesentlich wirtschaftlicher betrieben werden können. Dabei geht man wie folgt vor:

a) Zusammenstellen von Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (Verdampfer, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode und Ätzanode) sowie von Abschirmelementen aus Modulen in der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer () entsprechend einem gewünschten Beschichtungs- bzw. Behandlungsprogramm für die Substratkomponenten;

b) Bestücken der Substratträger mit denjenigen ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten durch Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase nach dem PVD-(Physical Vapour Deposition) oder dem reaktiven PVD-Verfahren, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 14. Mit derartigen Verfahren bzw. mit solchen Vorrichtungen gelingt es, auf Werkstückoberflächen, d. h. auf Substratkomponenten sehr dünne Schichten, beispielsweise Korrosions- oder Verschleißschutzschichten, wie z. B. Hartstoffschichten beispielsweise auf Titanbasis, aufzubringen. Derartige Dünnschichten finden häufig bei der Werkzeugproduktion, insbesondere bei der Produktion von spanabhebenden Präzisionswerkzeugen, wie z. B. Bohr-, Fräs- oder Reibwerkzeugen Anwendung.

[0002] Während beim CVD-(Chemical Vapour Deposition)Verfahren mit verhältnismäßig hohen Prozesstemperaturen von 900 bis 1100°C gearbeitet wird, können beim PVD-Prozess die Prozesstemperaturen wesentlich niedriger, d. h. bei etwa 100 bis 600°C liegen. Nach diesem Verfahren wird der Beschichtungswerkstoff zunächst durch Anwendung eines geeigneten physikalischen Effekte, wie z. B. durch einen Elektronenstrahl, einen Lichtbogen (Arc-PVD) oder durch Kathodenzerstäubung verdampft. Das verdampfte Material trifft dann auf die Substratoberfläche auf, wo es zur Schichtbildung kommt. Damit die Dampfteilchen das Substrat erreichen, muß mit Unterdruck gearbeitet werden. Bei diesem Prozess liegt eine geradlinige Teilchenbewegung vor, so dass das Substrat bewegt werden muß, damit die gesamte Substratoberfläche gleichmäßig und homogen beschichtet werden kann.

[0003] Die beim PVD-Verfahren niedrigeren Prozesstemperaturen werden allerdings mit einem größeren vorrichtungstechnischen Aufwand erkauft. Denn die zu beschichtenden Substrate müssen – um zu einer guten Schichthaftung zu gelangen – einer sorgfältigen Oberflächenvorbehandlung und einer genauen Prozessführung unterworfen werden. Darüber hinaus muss dafür gesorgt werden, dass sogenannte Abschattungseffekte kompensiert werden. Deshalb müssen einschlägige PVD-Beschichtungsanlagen mit einer Antriebstechnik zur kontinuierlichen Bewegung der Substratkomponenten während des Beschichtungs- bzw. Oberflächenbehandlungsvorgangs ausgestattet werden. Weil das Auf- oder Bedampfen darüber hinaus im Hochvakuum, d. h. im Bereich von 10^{-4} bis 10 Pa, erfolgt, die Behandlungskammer also hermetisch nach außen abgeschlossen werden muss, ergibt sich hierdurch ein verhältnismäßig komplexer Aufbau der Beschichtungsanlage.

[0004] Um die Beschichtungsmaterialien, wie z. B. Metalle in die Gasphase überzuführen, werden nach dem PVD-Verfahren verschiedene Wege eingeschlagen, wie z. B. das Kathodenzerstäuben bzw. das Sputtern, einschließlich des Magnetron-Sputterns, das Ionenplattieren, einschließlich des reaktiven Ionenplattierens, oder das das Laserverdampfen oder das Vakuumverdampfen. Allen Verfahren ist gemeinsam, dass zur Erzielung des gewünschten Beschichtungs- bzw. Behandlungseffekts die Prozessparameter wie Gasatmosphäre, Temperatur und Ausrichtung der Substratoberfläche zum Beschichtungsmaterial sehr genau eingehalten werden müssen. Deshalb sind herkömmliche Beschichtungsanlagen so aufgebaut worden, dass die Behandlungskammer Platz für mehrere Substratträger und Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten wie z. B. Verdampferquellen, Kathoden, Targets, Magnetrons, usw., bietet. Solche Vakuumbehandlungsanlagen sind z. B. in der DE 10 2005 050 358 A1 oder in der DE 10 2006 020 004 A1 beschrieben.

[0005] Mit solchen marktüblichen Anlagen können die zu beschichtenden bzw. zu behandelnden Substrate mit nur einer einzigen Schichtart versehen werden. Auch wenn diese Schichtart eine mehrlagige Schicht ist, wie sie beispielsweise im Dokument US 6,051,113 beschrieben ist, bedeutet dies für herkömmliche Beschichtungsanlagen, dass über die gesamte Charge der Beschichtungsanlagen immer nur eine Schichtart abgeschieden werden kann, auch wenn sich die Schichtdicke über die gesamte Charge unterschiedlich verhalten kann.

[0006] Dies führt dazu, dass herkömmliche Beschichtungsanlagen, oftmals nur unwirtschaftlich betrieben werden können. Denn die prozentual meiste Prozesszeit bei den eingangs beschriebenen Beschichtungs- und/oder Behandlungsanlagen nach dem PVD-Verfahren wird beim Aufheizen und Abkühlen der Substrate und deren Haltevorrichtungen verbraucht. Weil darüber hinaus bei vielen Beschichtungs-Zentren das Spektrum der zu beschichtenden Substratkomponenten breit gefächert ist, werden für die unterschiedlichen Substratkomponenten auch unterschiedliche Schichten verlangt. Da das Volumen der Beschichtungsanlage aufgrund der Abmessungen des Beschichtungskessels feststeht, die Anzahl der Substrate bzw. Substratkomponenten, die eine bestimmte Schichtart verlangen, oftmals nicht ausreicht, um eine Beschichtungsanlage zu 100% zu füllen, können letztlich die geforderten Lieferzeiten nicht eingehalten werden.

[0007] Der Erfindung liegt deshalb eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten durch Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase nach dem PVD-Verfahren, sowie ein Verfahren zum Betreiben einer der-

artigen Vorrichtung bereitzustellen, mit der bzw. mit dem es gelingt, die Prozess- und Lieferzeiten zu minimieren.

[0008] Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch die Verfahrensschritte des Anspruchs 14 gelöst.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Vorrichtung so aufgebaut, dass sie mit Modulen bestückt werden kann, und zwar derart, dass die in einer Charge in die Beschichtungsvorrichtung eingebrachten Substratkomponenten nach dem Schließen des Beschichtungs-/Behandlungsraums einer unterschiedlichen Behandlung, d. h. einer Beschichtung oder einer Oberflächenbehandlung, unterzogen werden können. Durch die erfindungsgemäße Gestaltung der Vorrichtung den Auslastungsgrad der Beschichtungsanlage erheblich zu steigern und darüber hinaus die Beschichtungsanlage wesentlich wirtschaftlicher und mit stark verbesserter Energieeffizienz zu betreiben. Denn die erfindungsgemäß größere Anzahl von Substratkomponenten in der Beschichtungsanlage ist nur einmal aufzuheizen und abzukühlen, wodurch Prozesszeit in erheblichem Umfang eingespart wird.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren ist im Kern dadurch gekennzeichnet, dass Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten sowie Abschirmmodule entsprechend einem gewünschten Beschichtungs- und/oder Behandlungsprogramm für unterschiedlich zu beschichtende Substratkomponenten zusammengestellt werden, und dass dann die Substratträger mit denjenigen Substratkomponenten bestückt werden, die in einer Charge derselben Behandlung unterzogen werden sollen. Nach dem Schließen der Behandlungskammer sorgen dann die Abschirmmodule und die Prozesssteuerung der Anlage dafür, dass die auf den einzelnen Substratträgern zusammengefassten Substratkomponenten einem individuellen Beschichtungs- und/oder Behandlungsprogramm unterzogen werden. Dabei kann gemäß einer Weiterbildung des Verfahrens eine unterschiedliche Behandlung der Substratkomponenten an verschiedenen Orten der Beschichtungskammer sogar gleichzeitig erfolgen.

[0011] Aufgrund des modularen Aufbaus der Anlage ist es möglich, die Beschichtungsanlage äußerst flexibel an die jeweils vorliegende Auftragslage anzupassen. Dabei ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass die Anlage selbst dann, wenn nur eine Mindermenge. chargiert wird, wirtschaftlich betrieben werden kann, indem innerhalb der Behandlungskammer Bereiche geschaffen werden können, die individuell und abgeschirmt von anderen Bereichen der Behandlungskammer aufgeheizt und abgekühlt werden können und in denen unter Abschirmung von weite-

ren Bereichen der Kammer ein bestimmtes Beschichtungs- und/oder Ätzprogramm durchgeführt werden kann.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen bzw. Varianten der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] Mit der Weiterbildung des Anspruchs 2 wird der vorhandene Bauraum der Behandlungskammer in vorteilhafter Weise ausgenutzt, wobei sich der zusätzliche Vorteil ergibt, dass die unterschiedlichen Behandlungen der Substratkomponenten aufgrund der räumlichen Trennung der Behandlungsstationen gleichzeitig ablaufen können. Außerdem wird dadurch die Möglichkeit eröffnet, unterschiedliche Substratträger vor ausgewählten Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten einer individuellen Behandlung mit genau kontrollierten Prozessparametern zu unterziehen, ohne durch benachbarte Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten beeinflusst zu werden. Dadurch gelingt es, eine sehr genaue und homogene Aufwachsrate der Schicht zu erzielen.

[0014] Durch die Abschirmeinrichtung nach Anspruch 3, die vorzugsweise wiederum als Modul ausgebildet wird, gelingt es, wertvollen Baumraum einzusparen, denn mittels der Abschirmmodule lassen sich Substratkomponenten selbst auf engstem Bauraum einer unterschiedlichen Behandlung unterziehen.

[0015] Es hat sich gezeigt, dass es für PVD-Beschichtungsanlagen ohne weiteres genügt, die Abschirmmodule in Form einer Trennwandkonfiguration nach Anspruch 4 auszubilden, ohne eine Qualitätsminderung der Oberflächenbehandlung bzw. -beschichtung in Kauf nehmen zu müssen. Die Trennwände können aus unterschiedlichem Material bestehen, einschließlich Keramik- und/oder Lochblechmaterial.

[0016] Die Flexibilität der Anlage wird dadurch zusätzlich gesteigert, wenn gemäß Anspruch 5 eine Kinematik vorgesehen wird, mit der die Relativlage zwischen den Substratträgern und den Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten und/oder Heizeinrichtungen bei geschlossener Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer verändert werden kann.

[0017] Es ist grundsätzlich möglich, die Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten zusammen mit der Trägerkonstruktion mit einem Antrieb zu versehen. Die Kinematik wird jedoch einfacher, wenn ein Montagetisch gemäß Anspruch 6 mit einem Drehantrieb ausgestattet wird.

[0018] Vorteilhafterweise wird die Drehantriebseinrichtung für den Montagetisch gleichzeitig als Indextiereinrichtung zur Positionierung ausgewählter Sub-

stratträger gegenüber ausgewählten Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten herangezogen, wodurch der steuerungstechnische Aufwand kleiner wird.

[0019] Vorteilhafterweise ist – gemäß Anspruch 10 – an jedem Montageplatz des Montagetisches ein Drehantrieb, beispielsweise in Form einer Welle, für einen Substratträger vorgesehen. Es ist auf diese Weise möglich, die Beschichtungsanlage bei 100%iger Füllung mit gleichmäßig zu beschichtenden Substratelementen auf herkömmliche Weise zu betreiben, ohne die vorstehend beschriebene Flexibilität der Anlage zu verlieren.

[0020] Mit der Modifikation des Anspruchs 11 kann z. B. ein ausgewählter Substratträger in unmittelbarer Nachbarschaft zu einer Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheit in Drehbewegung versetzt werden, ohne den Taktbetrieb zu betätigen, wodurch es gelingt, auf diesen ausgewählten Substratkomponenten eine äußerst homogene und in ihrer Dicke genau definierte Schicht abzuscheiden.

[0021] Grundsätzlich ist es möglich, ausgewählte Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten nacheinander in Funktion zu setzen. Der erfindungsgemäße Aufbau der Beschichtungsanlage erlaubt es jedoch auch, ausgewählte Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten synchron zu betreiben, wodurch weitere Prozesszeit eingespart wird.

[0022] Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht des Innenraums einer Beschichtungsanlage bei abgenommener Beschichtungskammerwandung;

[0024] [Fig. 2](#) schematisch die Draufsicht der Beschichtungsanlage gemäß [Fig. 1](#) bei geschlossener Beschichtungskammer;

[0025] [Fig. 3](#) eine schematische Schnittansicht der Beschichtungsanlage gemäß [Fig. 2](#) bei einer Schnittführung entsprechend III-III in [Fig. 2](#);

[0026] [Fig. 4](#) eine perspektivische schematische Ansicht ausgewählter Antriebskomponenten der erfindungsgemäßen Beschichtungsanlage; und

[0027] [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) Schaubilder zur Darstellung unterschiedlicher Montagetisch-Positionen bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0028] In den Figuren sind schematisch die im Inneren einer nicht näher dargestellten Prozesskammer einer Beschichtungsanlage aufgenommen Kompo-

nenten dargestellt, die zur Beschichtung von Substratkomponenten nach dem PVD-Verfahren bzw. nach dem reaktiven PVD-Verfahren benötigt werden. Mit anderen Worten, die in den Figuren gezeigten Baugruppen sind in einer evakuierbaren und vorzugsweise mit verschiedenen Gasanschlüssen versehenen Beschichtungskammer bzw. Vakuumkammer angeordnet. Derartige Vakuumkammern sind bekannt, sodass auf eine genaue Beschreibung dieser Kammer hier verzichtet werden kann. Die Besonderheit der nachfolgend näher zu beschreibenden Beschichtungsanlage besteht darin, wie das Innere der evakuierbaren Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer bestückt werden kann, um die Wirtschaftlichkeit beim Betrieb einer solchen Anlage erheblich anzuheben und aufgrund verbesserter Flexibilität die Prozesszeiten der Anlage zu minimieren.

[0029] Zu diesem Zweck wird ein modularer Aufbau der Beschichtungsvorrichtung gewählt. Um einen mit **10** bezeichneten Montagetisch herum sind in vorbestimmten Winkelabständen Beschichtungs- und/oder Behandlungsmodule **12** angeordnet. Diese Beschichtungs- und/oder Behandlungsmodule **12** sind beispielsweise von Verdampfer oder sogenannten Sputter-Kathoden mit modular bestückbaren Targets gebildet, wobei zusätzlich – nicht näher gezeigte – sogenannte Shutter zur Anwendung kommen könnten. Derartige Beschichtungs- bzw. Behandlungsmodule sind an sich bekannt, so dass sich eine genauere Beschreibung dieser Komponenten hier erübrigt. Es soll aber hervorgehoben werden, dass die vorliegende Erfindung nicht auf spezielle Behandlungs-/Beschichtungsmodule beschränkt ist. Es können vielmehr alle beim Beschichtungsprozess nach dem PVD-Verfahren regelmäßig zur Anwendung kommenden Einheiten verwendet werden. Neben den Beschichtungs-/Behandlungsmodulen **12** sind zusätzlich Heizeinheiten **14** vorgesehen, die in der Regel zwischen den Behandlungsmodulen **12** angeordnet sind und ebenfalls als Module ausgeführt sein können.

[0030] Im Zentrum des Montagetisches **10** befindet sich eine mit **16** bezeichnete Ätzanode mit einer in den Figuren nicht näher dargestellten zentralen Filamentkathode zusammenwirkt, welche oberhalb der Beschichtungsmodule **12** und Heizeinheiten **14** im Bereich der nicht dargestellten Kuppel der Beschichtungskammer zu liegen.

[0031] [Fig. 1](#) zeigt die Anordnung der für die Beschichtung bzw. Behandlung erforderlichen Module bei geöffneter Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer, während in der Draufsicht gemäß [Fig. 2](#) die Anordnung bei geschlossener Kammer dargestellt ist. Aus dieser Darstellung ergibt sich, dass ein Teil der um den Montagetisch **10** herum gruppierten Beschichtungsmodule **12** und Heizeinheiten **14** an einem gesonderten Bauelement montierbar sind, wel-

ches als Beschickungstür für die Vakuumkammer dient. Die übrigen Beschichtungs- und Heizmodule sind an einer Trägerkonstruktion montiert, welche – ebenso wie die Beschickungstüre – Montagestellen zur flexiblen Anordnung der Beschichtungs- und Heizmodule aufweist.

[0032] Der Montagetisch **10** ist als eine Art Karussell ausgebildet und er trägt – wie am besten aus der [Fig. 2](#) ersichtlich – mehrere, dass heißt im gezeigten Ausführungsbeispiel 8, vorzugsweise identisch gestaltete Montageplätze **18-1** bis **18-8**, die individuell mit unterschiedlichen Modulen bestückbar sind.

[0033] Jedem Montageplatz **18-1** bis **18-8** ist eine Antriebswelle **22** zugeordnet, die jeweils eine vertikale Drehachse hat. Bei den Montageplätzen **18-2**, **18-4**, **18-6** und **18-8** ist die Antriebswelle **22** drehfest mit einer vertikalen Trägerwelle **24** gekoppelt, die in vorbestimmten und vorzugsweise einstellbaren Axialabständen Drehteller **26** mit Steck-Aufnahmen **30** zur Halterung von Substratkomponenten, wie z. B. von Bohrwerkzeugen trägt. Die Steck-Aufnahmen sind so ausgeführt, dass die Bohrwerkzeuge mit den zu beschichtenden bzw. zu behandelnden Oberflächenabschnitten aus der Steck-Aufnahme vorstehen.

[0034] Mittels einer Stützstange **20** und eines Stützarms **28** wird die Trägerwelle **24** stabilisiert. Über ein nicht näher gezeigtes Getriebe kann dafür gesorgt werden, dass die Steck-Aufnahmen und damit auch die Substratkomponenten bei Drehung der Drehteller **26** eine gleich- oder gegengerichtete Eigendrehung um die ebenfalls vertikale Achse der Steck-Aufnahme ausführen.

[0035] In [Fig. 4](#) ist schematisch anhand einer von der Darstellung der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) etwas abgewandelten Kinematik angedeutet, wie die Drehbewegung auf den Montagetisch **10** und die Antriebswellen **22** übertragen werden kann. Unterhalb des Montagetisches **10** befindet sich ein Antriebszahnrad **32**, das in Kämmeingriff mit der Innenverzahnung eines ersten Ringrads **34** steht. Das Ringrad **34** ist drehfest mit einem axial versetzten, im Durchmesser größeren zweiten Ringrad **36** verbunden, das über seine Innenverzahnung mittels eines ersten Antriebsritzel **38** angetrieben werden kann.

[0036] Die das Antriebszahnrad **32** tragende Welle **22** erstreckt sich drehbar gelagert durch den Montagetisch **10** hindurch und sitzt drehbar in einem ebenfalls unterhalb des Montagetisches **10** liegenden Zahnrad **40**, das über ein zweites Antriebsritzel **42** antreibbar ist.

[0037] Wenn somit das zweite Antriebsritzel **42** angetrieben wird, nimmt das Zahnrad **40** die Antriebswellen **22** und damit den Montagetisch **10** in Drehrichtung mit. Auf diese Weise kann der Montagetisch

10 getaktet werden.

[0038] Gleichzeitig wälzen die Antriebszahnräder **32** an der Innenverzahnung des ersten Ringrads **34** ab. Durch geeignete Steuerung des Drehantriebs des ersten Antriebsritzels **38** kann die Drehzahl des ersten Ringrads **34** ebenso groß wie die Drehzahl des Zahnrads **40** gehalten werden, so dass während der Taktbewegung des Montagetisches **10** eine Drehung der Antriebswellen **22** unterbleibt.

[0039] Wenn demgegenüber der Antrieb des zweiten Antriebsritzels **42** angehalten wird und der Montagetisch indexiert bleibt, können durch Ansteuerung des ersten Antriebsritzels **38** alle Antriebswellen **22** gleichzeitig in Drehbewegung versetzt werden.

[0040] Einige der Montageplätze, d. h. die Montageplätze **18-1**, **18-3**, **18-5** und **18-7** sind unterschiedlich zu den Montageplätzen **18-2**, **18-4**, **18-6** und **18-8** bestückt. Sie tragen eine Abdeckplatte **44**, die oberhalb der abgedeckten Antriebswelle **22** eine Halterung **46** für ein radial ausgerichtetes Abschirmblech **48** aufweist. Zwischen den beiden benachbarten Abschirmblechen **48** der Montageplätze **18-1** und **18-7** bzw. **18-3** und **18-5** ist jeweils eine weitere, stationär montierte Abschirmwandanordnung **50** vorgesehen, die jeweils von einem konvexen Blech **52** und einem Sekantenblech **54** gebildet ist und die den Raum zwischen den benachbarten radialen Abschirmblechen **48** zu den benachbarten Montageplätzen abschirmt. Auch die Abschirmbleche **48** und die Abschirmwandanordnungen **50** sind als Module ausgestaltet und sie können – je nach Anordnung der übrigen Behandlungs-/Beschichtungskomponenten an unterschiedlichen Stellen im Inneren der Beschickungskammer montiert werden.

[0041] Mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau der Beschichtungsanlage ergibt sich folgender Effekt:

Nicht nur die Substratträger **2**, sondern auch die Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten **12**, wie z. B. die Verdampferquellen, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode(n) und die Ätzanode sowie die Heizmodule **14** können modular zusammengestellt und derart angeordnet werden, dass die in einer Charge in die Anlage eingebrachten Substratkomponenten in der Beschichtungs- und Behandlungskammer einer unterschiedlichen Behandlung (Beschichtung, Oberflächenbehandlung) unterzogen werden können. Im Einzelnen können die Substratkomponenten, wie z. B. unterschiedliche Bohrwerkzeuge, die auf unterschiedlichen Substratträgern zusammengefasst sind, der unterschiedlichen Behandlung an verschiedenen Orten in der Abscheidungs- bzw. -behandlungskammer unterzogen werden, wobei über die Abschirmbleche **48** und die Abschirmwandanordnung **50** zumindest die auf einem Substratträger **26** angeordneten Substratkomponenten **56**

ausschließlich im Einflussbereich einer ganz bestimmten Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheit **12** gehalten werden.

[0042] Weil darüber hinaus eine Antriebsvorrichtung vorgesehen ist, mit der die Relativlage zwischen den Substraträgern **26** und den Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten **12** bei geschlossener Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer veränderbar ist, ergibt sich die Möglichkeit, die Beschichtungsanlage selbst dann, wenn jeweils nur wenige Substratkomponenten mit einer spezifischen Beschichtung versehen oder einer spezifischen Behandlung unterzogen werden müssen, wirtschaftlich zu betreiben. Denn es können die Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten **12**, wie z. B. Verdampfer, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode und Ätzanode sowie die Abschirmelemente **48, 50** aus Modulen in der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer entsprechend einem gewünschten Beschichtungs- bzw. Behandlungsprogramm für die Substratkomponenten zusammengestellt werden und dementsprechend die Substraträger **26** mit denjenigen Substratkomponenten bestückt werden, die derselben Behandlung unterzogen werden sollen. Anschließend kann die Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer geschlossen werden, woraufhin die individuellen Behandlungs- bzw. Beschichtungsprogramme für die in Gruppen auf den Substraträgern (**26**) zusammengefassten Substratkomponenten in einer Charge durchlaufen werden können. Ein mehrfaches Aufheizen und Abkühlen der Substratkomponenten und Substraträger kann entfallen, wodurch Prozesszeit in erheblichem Umfang eingespart und die Auslastung der Beschichtungsanlage auch bei kleinen Chargen stark gesteigert werden kann.

[0043] Dies soll anhand eines Behandlungsbeispiels anhand der [Fig. 5A](#) bis [Fig. 5D](#) erläutert werden:

Es sei z. B. angenommen, dass in einer Charge drei verschiedene Schichtarten aufgebracht werden sollen. In diesem Fall werden – wie in [Fig. 5A](#) gezeigt – die Positionen 1, 3.5 und 7 werden mit Abschottmodulen **48-1, 48-3, 48-5** und **48-7** besetzt. Auf den Positionen 2, 4, 6 und 8 werden Substrate chargiert.

[0044] Die Prozessphasen Pumpen, Heizen und Abkühlen sind für alle Substraträger gleich, der Montagetestisch **10** bzw. das Karussell rotiert um seine Achse.

[0045] Zum Ätzen (Ionenätzen) stoppt das Karussell **10** und die Substraträger **26** an den Positionen 4 und 8 rotieren um ihre eigene Achse. Die Ätzphase kann beginnen ([Fig. 5A](#)).

[0046] Sobald das Ätzen für Position 4 und 8 abgeschlossen ist, taktet der Antrieb weiter und Position 2 und 6 werden in die Ätzposition gebracht ([Fig. 5B](#)).

Nun drehen Position 6 und 2 um die eigene Achse, bis der Ionen-Beschuss abgeschlossen ist.

[0047] Wenn die Ätzphase erfolgreich abgeschlossen ist, beginnt das Beschichten ([Fig. 5C](#)). Die Positionen 4 und 8 rotieren um die eigene Achse, und der diesen Positionen jeweils zugeordnete rechte und der linke Verdampfer mit den Targets TiAl und Ti werden gezündet, wobei – soweit vorhanden – nach erfolgtem Freibrennen (wenn möglich), ein nicht näher gezeigter Shutter geöffnet wird. Position 4 wird – nach Aufbauen einer geeigneten Stickstoff-Atmosphäre – mit Titannitrid und Position 8 mit Titanaluminiumnitrid beschichtet. Je nach erreichter Schichtdicke werden die Verdampfer abgeschaltet und/oder der zugehörige Shutter geschlossen. Der Antrieb taktet weiter in die Position gemäß [Fig. 5D](#).

[0048] Jetzt können Positionen 2 und 6 mit einem nano-Layer beschichtet werden. Erreichen die Position 2 und 6 den jeweils für die nächste Lage notwendigen Verdampfer zündet der entsprechende Verdampfer und/oder der Shutter – wenn vorhanden – öffnet sich. Die jeweilige Lage kann abgeschieden werden. Die Position rotiert dann wieder um ihre eigene Achse.

[0049] Es kann jede Position einzeln oder auch gleichzeitig von verschiedenen Verdampfern beschichtet werden.

[0050] Um weiterzutakten rotiert das Karussell um die eigene Achse. Sind alle Lager abgeschieden, werden die Verdampfer abgeschaltet. Die gesamte Charge wird jetzt abgekühlt, woraufhin die Beschichtungs- bzw. Behandlungskammer, d. h. der Kessel belüftet werden kann. Der Prozess ist abgeschlossen.

[0051] Dieser vorstehend beschriebene Prozess ist nur eine mögliche Variante. Je nach vorhandener Verdampferanzahl und deren Targetmaterialien, Anzahl der Positionen und abhängig von Aufbau der Abschottmodule sind verschieden viele Schichtarten in einem Prozess möglich. Auch der Füllgrad ist unmittelbar von erwähnten Bedingungen abhängig und damit variierbar. Durch den modularen Aufbau sind auch eingekürzte Prozesse möglich. Hierbei wird nur eine verminderte Anzahl Positionen chargiert und diese gezielt geheizt, vorbehandelt und beschichtet.

[0052] Selbstverständlich sind Abweichungen von der vorstehend beschriebenen Ausführungsform möglich, ohne den Grundgedanken zu verlassen. So können selbstverständlich auch andere Schichten, beispielsweise dekorative Schichten abgeschieden werden.

[0053] Anstelle der an den Montageplätzen positionierbaren Abschottmodule können auch Abschottein-

richtungen zur Anwendung kommen, die entweder radial oder axial in den Innenraum der Behandlungskammer eingeschoben, und oder verfahren und/oder aufgerichtet werden.

[0054] Ferner kann beispielsweise im Bereich des Antriebs für die Substratträger eine kinematische Umkehr erfolgen, so dass der Montagetisch stationär bleibt und die Behandlungs-/Beschichtungseinheiten angetrieben werden.

[0055] Anstelle der Ätzanode können auch andere Funktionseinheiten zur Vorbehandlung des Substrats in der Beschichtungskammer verwendet werden, wobei auch die räumliche Anordnung dieser Funktionseinheiten, beispielsweise prozessbedingt, in weiten Grenzen variieren kann.

[0056] Schließlich kann auch die Antriebskinematik zur Bereitstellung der erforderlichen Relativbewegungen zwischen den Substratkomponenten und den Beschichtungs- bzw. Behandlungseinheiten frei variiert werden. Entscheidend ist allein, dass der Antrieb in der Lage ist, den Montagetisch, den Substratträger und vorteilhafter Weise auch die Halter für die einzelnen Substratkomponenten einer Relativ-Drehbewegung bezüglich der Behandlungseinheiten zu unterwerfen.

[0057] Mit der beschriebenen Anordnung lässt sich auch eine Betrieb realisieren, wie er mit herkömmlichen Anlagen möglich ist. Dann tragen alle Positionen Substrate. Es sind dann aber keine Abschottmodule **48, 50** eingebaut. Alle in der Charge befindlichen Substrate werden in den verschiedenen Prozessphasen vergleichbar behandelt. Es wird nur eine Schichtart abgeschieden.

[0058] Eine weitere Möglichkeit des Betriebs besteht darin, dass der Beschichtungsprozess verkürzt wird, indem nur ausgewählte Substratträger bestückt und somit die Anlage nur mit einer Mindermenge chargiert wird und bei der Behandlung nur derjenige Sektor aufgeheizt wird, in dem eine Behandlung oder Beschichtung vorgenommen werden soll.

[0059] Die Erfindung schafft somit eine Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten durch Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase nach dem PVD (Physical Vapour Deposition)- oder dem reaktiven PVD-Verfahren. In einer evakuierbaren Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer sind mehrere Substratträger und mehrere Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten, wie z. B. Verdampferquellen, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode und Ätzanode angeordnet. Zur besseren wirtschaftlichen Auslastung der Anlage ist diese derart modular bestückbar, dass die in einer Charge in die Anlage

eingebrachten Substratkomponenten einer unterschiedlichen Behandlung (Beschichtung, Oberflächenbehandlung) unterzogen werden können.

[0060] Die Erfindung stellt ferner ein neues Verfahren zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten zur Verfügung, mit dem Beschichtungsanlagen nach dem PVD (Physical Vapour Deposition)- oder dem reaktiven PVD-Verfahren wesentlich wirtschaftlicher betrieben werden können. Es ist gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Zusammenstellen von Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (Verdampfer, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode und Ätzanode) sowie von Abschirmelementen aus Modulen in der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer () entsprechend einem gewünschten Beschichtungs- bzw. Behandlungsprogramm für die Substratkomponenten;
- b) Bestückung der Substratträger mit denjenigen Substratkomponenten, die derselben Behandlung unterzogen werden sollen;
- c) Schließen der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer; und
- d) Durchlaufen der individuellen Behandlungs- bzw. Beschichtungsprogramme für die in Gruppen auf den Substratträgern zusammengefassten Substratkomponenten in einer Charge.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102005050358 A1 [\[0004\]](#)
- DE 102006020004 A1 [\[0004\]](#)
- US 6051113 [\[0005\]](#)

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten durch Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere durch physikalische Abscheidung aus der Gasphase nach dem PVD(Physical Vapour Deposition)- oder dem reaktiven PVD-Verfahren, mit einer evakuierbaren Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer, in der mehrere Substratträger (26) und mehrere Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (12, 14, 16) (Verdampferquellen, Kathoden, Targets, Magnetrons, Heizeinheiten, Filamentkathode und Ätzanode) angeordnet sind, gekennzeichnet durch eine modulare Bestückbarkeit der Anlage derart, dass die in einer Charge in die Anlage eingebrachten Substratkomponenten (56) einer unterschiedlichen Behandlung (Beschichtung, Oberflächenbehandlung) unterzogen werden können.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratkomponenten (56) der unterschiedlichen Behandlung an verschiedenen Orten (Positionen 1 bis 8) in der Abscheidungs- bzw. -behandlungskammer unterzogen werden.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer zumindest eine Abschirmeinrichtung (48, 50, 52, 54) aufnehmbar ist, mit der zumindest die auf einem Substratträger (24, 26) angeordneten Substratkomponenten (56) ausschließlich im Einflussbereich einer Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheit (12) gehalten werden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschirmeinrichtung (48, 50, 52, 54) als Modul ausgebildet und vorzugsweise von einer aus flächigen Komponenten, wie z. B. Blechen (48, 52, 54) zusammenstellbaren Trennwandkonfiguration (48, 50) gebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (10, 32 bis 42), mit der die Relativlage zwischen den Substratträgern (24, 26) und den Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (12) bei geschlossener Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer veränderbar ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen in der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer radial innerhalb einer Trägerkonstruktion für die Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (12, 14, Verdampferquellen, Kathoden, Targets, Magnetrons) aufgenommenen Montagetisch (10), der über seinen Umfang verteilt eine Vielzahl von mit einer Antriebquelle (22) für die Substratträger (24, 26) ausgestatteten Montageplätzen (18-1 bis 18-8) aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Montageplätze mit Substratträgern (24, 24) und/oder Abschirmeinrichtungen (48, 50) bestückbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, gekennzeichnet durch eine Antriebs- und Indexiereinrichtung (10, 32 bis 42), mit der eine Relativ-Drehbewegung zwischen Montagetisch (10) und Trägerkonstruktion steuerbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Montagetisch (10) einen Drehantrieb hat.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dass gekennzeichnet, dass der Antrieb der Substratträger (24, 26) auf die Substratkomponenten (56) abgeleitet wird.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehbewegung zumindest eines Substratträgers () von der Taktbewegung des Montagetischs entkoppelt ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ausgewählte Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (12-1, 12-2) synchron betreibbar sind.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerkonstruktion mit Montagestellen für die Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (12) und/oder Heizeinrichtungen (14) ausgestattet ist.

14. Verfahren zur Oberflächenbehandlung und/oder -beschichtung von Substratkomponenten mittels Abscheidung aus der Gasphase, insbesondere mittels physikalischer Abscheidung aus der Gasphase nach dem PVD(Physical Vapour Deposition)- oder dem reaktiven PVD-Verfahren, bei dem die Substratkomponenten zusammen mit mehreren Substratträgern in einer evakuierbaren Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer untergebracht sind, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Zusammenstellen von Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheiten (12, Verdampfer, Kathoden, Targets, Magnetrons, Filamentkathode und Ätzanode) und/oder Heizeinheiten (16) sowie von Abschirmelementen (48, 50) aus Modulen in der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer entsprechend einem gewünschten Beschichtungs- bzw. Behandlungsprogramm für die Substratkomponenten (56);
- b) Bestückung der Substratträger (26) mit denjenigen Substratkomponenten (56), die derselben Behandlung unterzogen werden sollen;
- c) Schließen der Abscheidungs- bzw. Behandlungskammer; und
- d) Durchlaufen der individuellen Behandlungs- bzw.

Beschichtungsprogramme für die in Gruppen auf den Substratträgern (**24, 26**) zusammengefassten Substratkomponenten (**56**) in einer Charge.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Verfahrensschritt d) die einzelnen Substratträger (**24, 26**) bei Bedarf getaktet in die für die jeweilige Oberflächenbehandlung optimierte Relativposition zur jeweils zugeordneten Beschichtungs- und/oder Behandlungseinheit (**12**) gebracht werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

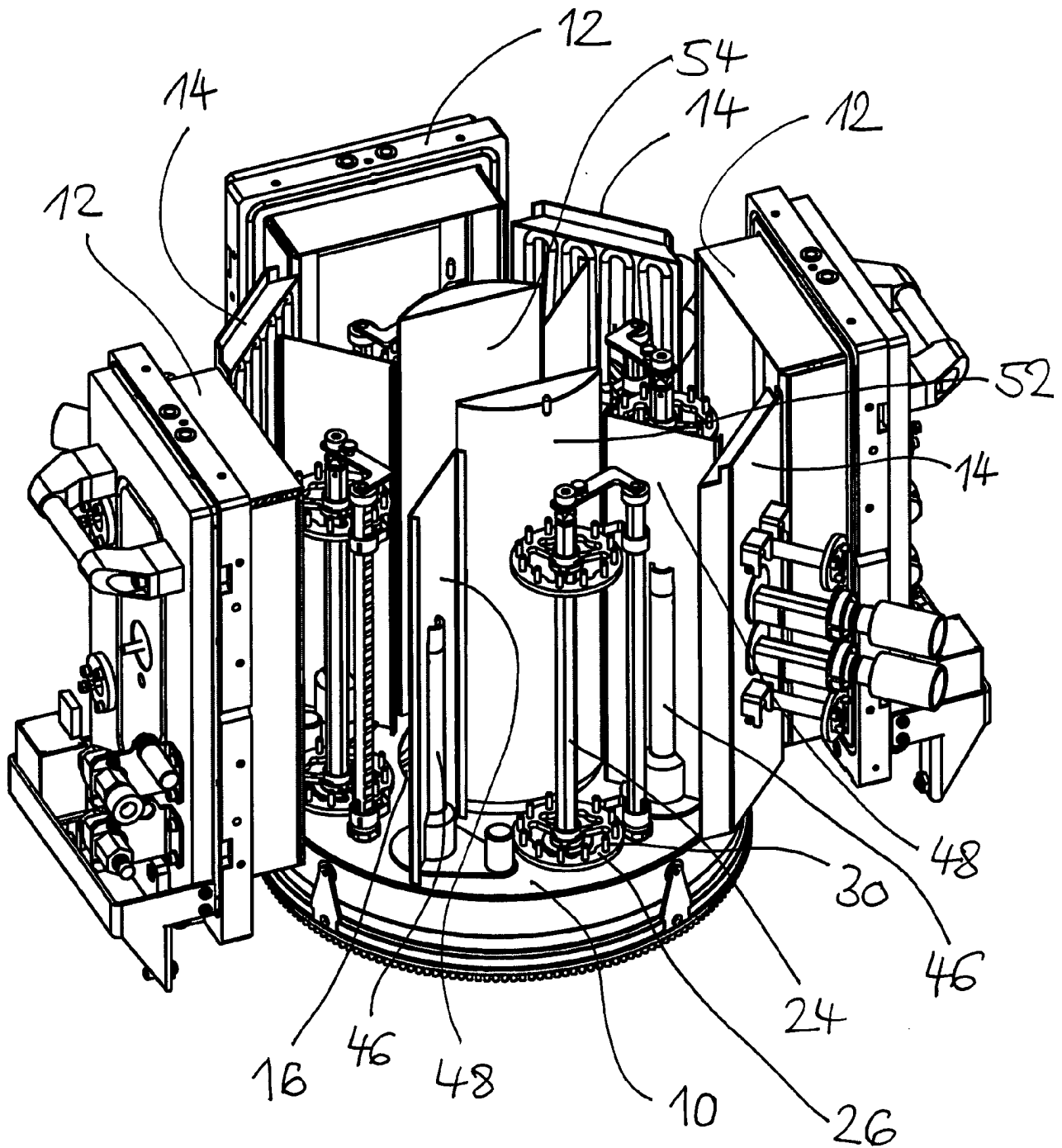


FIG. 1

