

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 146.626

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 146 626 (44) 18.02.81 3(51) C 23 C 15/00
(21) WP C 23 C / 215 954 (22) 02.10.79

(71) siehe (72)

(72) Erler, Hans-Jörg, Dr.rer.nat. Dipl.-Phys.; Reiß, Günter,
Dr.rer.nat. Dipl.-Phys.; Rost, Manfred, Dr.rer.nat.
Dipl.-Phys.; Weißmantel, Christian, Prof. Dr.rer.nat.habil.
Dipl.-Phys.; Bollinger, Helmut, DD

(73) siehe (72)

(74) Technische Hochschule Karl-Marx-Stadt, BfN/S,
9010 Karl-Marx-Stadt, PSF 964

(54) Vorrichtung zum ionengestützten Beschichten, Schichteinbringen
und Ionenätzen

(57) Die Vorrichtung zum ionengestützten Beschichten, Schichteinbringen und Ionenätzen ist anwendbar in der Mikroelektronik, der Optoelektronik und Optik sowie zur Oberflächenvergütung für den Korrosionsschutz und zur Verschleißminderung. Ziele der Erfindung sind, die effektivere Nutzung des Rezipientenvolumens und die Verbesserung der Schichtdickenhomogenität sowie die Innenbeschichtung und Ätzung von Hohlzylindern und Prismen zu ermöglichen. Die Aufgabe besteht in der Entwicklung einer koaxialen Vorrichtung, mit deren Hilfe ausgeleitete Teilchenströme teilweise ionisiert, auf vorgegebene Energien beschleunigt und auf großen Substratflächen abgeschieden werden können oder Ionenstrahlen definierter Energie erzeugt werden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird dadurch gekennzeichnet, daß ein von Substrathaltern umgebenes Ionisierungs- und Beschleunigungssystem durch eine in der Systemachse befindliche rohrförmige Anode, deren Mantelfläche Bohrungen für den Gas- und/oder Dampfteinlaß aufweist, und in nachfolgend genannter Reihenfolge eine die Anode auf der ganzen Länge umgebende zylinderspulenförmige direkt geheizte Glühkatode, eine Emissions- und/oder Beschleunigungselektrode vorzugsweise hoher Transparenz gebildet und durch zwei stirnseitig das Elektrodensystem teilweise oder vollständig überdeckende scheibenförmige Abschirmelektroden abgegrenzt wird.

21 5954 -1-

Vorrichtung zum ionengestützten Beschichten, Schichteinbringen und Ionenätzen

Anwendungsgebiete der Erfindung

Die Erfindung ist anwendbar in Gebieten der Technik, die den Einsatz von Schichten mit spezifischen Eigenschaften auf Festkörperoberflächen bzw. eine Materialabtragung von Schicht- oder Festkörperoberflächen durch Ionenätzung benötigen.

Die Schichten können beispielsweise in der Mikroelektronik, der Optoelektronik und Optik oder zur Oberflächenvergütung, für den Korrosionsschutz und zur Verschleißminderung verwendet werden. Weiterhin ist die Vorrichtung über ihren Einsatz zur Erzeugung definierter Ätzstrukturen in der Mikro- und Optoelektronik hinausgehend auch für eine dem Beschichten oder Schichteinbringen vorausgehende Substratvorbehandlung und zur Erzeugung kleb- und beschichtungsfähiger Oberflächen auf unpolaren Plastwerkstoffen wie z. B. Polytetrafluoräthylen anwendbar.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zum ionengestützten Beschichten von Festkörperoberflächen sowie zur Schichteinbringung und Ionenätzung sind bereits Vorrichtungen bekannt. Dazu gehören Beschichtungsvorrichtungen, welche die Vorspannungsplasmazerstäubung, das Ionenplattieren, die Ionenstrahlzerstäubung und die Ionenstrahl-

ablagerung durchzuführen gestatten. Durch geeignete Wahl der Betriebsbedingungen sind diese Vorrichtungen auch zur Schichteinbringung und Ionenätzung einsetzbar.

Vorrichtungen zur Vorspannungsplasmazerstäubung (US-PS 3.021.271) bestehen aus einer mit dem zu zerstäubenden Material bedeckten Targethalterung, der geerdeten Targetabschirmung und der Substrathalterung. In dieser Anordnung wird in bekannter Weise eine Hochfrequenz- oder Gleichspannungsentladung aufrechterhalten, wobei die Substrathalterung bzw. das Substrat gegenüber dem Plasmapotential negativ vorgespannt wird. Dadurch erfolgt die Beschichtung in Verbindung mit einem ständigen Bombardement energiereicher Ionen des Arbeitsgases und des abgestäubten Targetmaterials. Eine Durchführung von Ionenätzungen ist in jeder Plasmazerstäubungsvorrichtung möglich, wenn die zu ätzende Oberfläche als Target eingesetzt wird. Im Vergleich zu den nachfolgend beschriebenen bekannten Vorrichtungen auf der Grundlage des Ionenplattierungsverfahrens ist die bei der Vorspannungsplasmazerstäubung erreichbare Beschichtungsgeschwindigkeit gering. Plasmazerstäubungsvorrichtungen sind sowohl in planarer als auch in coaxialer Anordnung bekannt, arbeiten bei relativ hohen Drücken von 1 bis 10^{-1} Pa und weisen auf Grund des Entladungsmechanismus eine große Energiestreuung der das Target oder Substrat bombardierenden Ionen auf. In der coaxialen Variante können derartige Vorrichtungen auch zur Beschichtung und Ätzung der Innenflächen von Hohlzylindern oder Hohlprismen eingesetzt werden.

Ionenstrahlablagerungs- und Ätzvorrichtungen arbeiten im Hochvakuum bei Drücken $< 10^{-1}$ Pa und bestehen aus einer Ionenquelle und der Substrathalterung. Bei der Ionenstrahlablagerung (DE-OS 2.113.375) wird das abzulagernde Material in einer Ionenquelle ionisiert und als Ionenstrahl mit Energien von 30 eV bis 100 eV auf das Substrat gerichtet, wo die Schichtbildung stattfindet.

Bei der Ionenstrahlätzung hingegen wird das zu ätzende Festkörpermateriale als Substrat eingesetzt und mit einem Ionenstrahl höherer Energie abgetragen.

Vorrichtungen zur ioneninduzierten Ionenstrahlzerstäubungsablage rung (DD-WP 130.157) bestehen aus zwei Ionenquellen, der Targethalterung und der Substrathalterung. Mit Hilfe eines Ionenstrahles wird das Target zerstäubt, und die dabei auf dem Substrat aufwachsende Schicht wird mit dem zweiten Ionenstrahl bombardiert. Bei allen Ionenstrahlanlagen ist die Energiestreuung der gerichteten Ionenstrahlen gering und das Beschichten oder Ätzen kann unter Hochvakuumbedingungen erfolgen. Die planare Anordnung der Substrate erlaubt allerdings ohne komplizierte Substratbewegung oder den aufwendigen Einsatz mehrerer Ionenstrahleinheiten nur die Beschichtung bzw. Ätzung von relativ kleinen Flächen, was bisher den effektiven Einsatz dieser Anlagen im industriellen Maßstab verhinderte. Eine Beschichtung oder Ätzung der Innenflächen von Hohlkörpern ist nicht möglich.

Ionenplattierungsvorrichtungen (DE-AS 1.521.561) bestehen aus der planaren Anordnung einer Dampfquelle bzw. einer Gas- oder Dampfzuführung, der Ionisierungsvorrichtung und der Substrathalterung. In der Ionisierungsvorrichtung wird der eingeleitete dampf- oder gasförmige Teilchenstrom durch Elektronenstoßionisation teilweise ionisiert. Durch Anlegen einer negativen Vorspannung an die Substrathalterung werden die Ionen auf das Substrat beschleunigt, wo sie gemeinsam mit dem auftreffenden Neutralteilchenstrom zur Schichtbildung beitragen. Ein effektiver Einsatz der Ionenplattierungsvorrichtungen unter Hochvakuumbedingungen ist im allgemeinen nicht möglich.

Eine weitere planare, den Ionenplattierungsvorrichtungen ähnliche, Vorrichtung zur Schichtabscheidung (DD-WP 124.859) besteht aus einem Ionisierungssystem mit transparenten Elektroden, die in der Reihenfolge Refle-

xionselektrode, Glühkatode, Anode und Elektronenspiegelelektrode angeordnet sind. Über der Spiegelelektrode befindet sich die gegenüber dem Ionisierungssystem auf negativem Potential liegende Substrathalterung. Die Vorrichtung kann auch bei Drücken $< 10^{-1}$ Pa betrieben werden.

Auf Grund der planaren Anordnung beträgt die dickenhomogen beschichtbare bzw. ätzbare Substratfläche bei den Ionenplattierungsvorrichtungen meist nur einen Bruchteil der Querschnittsfläche der Vakuumbeschichtungskammer. Zur gleichmäßigen Beschichtung oder Ätzung der inneren Mantelflächen von Hohlkörpern sind die bekannten Vorrichtungen nicht geeignet.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, in einer neuartigen Vorrichtung zur ionengestützten Beschichtung, Schichteinbringung und Ionenätzung durch effektivere Nutzung des Rezipientenvolumens die Substratfläche zu vergrößern, die Schichtdicken- und Ätztiefenhomogenität zu verbessern, die Innenbeschichtung und Ätzung von Hohlzylindern und Prismen zu ermöglichen und insbesondere die produktive Abscheidung harter Kohlenstoffschichten mit diamantähnlichen Eigenschaften zu gewährleisten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die technische Aufgabe der Erfindung besteht in der Entwicklung einer coaxialen Vorrichtung, deren nutzbare Substratfläche gegenüber den bekannten planaren Vorrichtungen wesentlich größer ist. Aufgabe der Erfindung ist weiterhin, eingeleitete Teilchenströme teilweise zu ionisieren, auf vorgegebene Energien zu beschleunigen und auf den Oberflächen verschiedenster Festkörpermateriale abzuscheiden oder die Erzeugung von Ionenstrahlen definierter Energie zu ermöglichen.

Mängel der bisher bekannten technischen Lösungen haben ihre Ursache, soweit es die Anwendung der Vorspannungsplasmazerstäubung in der planaren oder coaxialen Ausführungsvariante betrifft, in der relativ geringen Beschichtungsrate, die bei vorgegebener Ionenstromdichte und Energie durch die Zerstäubungsrate des Targetmaterials festgelegt wird. Ein weiterer Nachteil begründet sich im hohen Arbeitsdruck von $\geq 10^{-1}$ Pa.

Gemeinsame Mängel aller bekannten Ionenstrahlvorrichtungen sind auf deren vorwiegend planare Geometrie des Ionenextraktions- und Beschleunigungssystems zurückzuführen und begründen sich hinsichtlich ihrer Anwendung zur Beschichtung, Schichteinbringung und Ionenätzung in der geringen dicken- oder tiefenhomogen beschichtbaren bzw. ätzbaren Fläche, die oft weniger als 60 % der Querschnittsfläche des Ionenstrahls beträgt. Eine Vergrößerung der nutzbaren Substratfläche ist nur durch relativ große Vakuumkammern oder durch aufwendige mechanische Bewegungen der Substrathalterung möglich. Der Beschichtungsrate sind ebenfalls die bei der Vorspannungszerstäubung erwähnten physikalischen Grenzen gesetzt. Die Ionenplattierung gestattet hingegen auf Grund der erzielbaren hohen Teilchenstromdichte die Realisierung hoher Aufwachsraten. Bezüglich der Substratfläche sind die bekannten Ionenplattierungsvorrichtungen mit planarer Elektrodenanordnung ähnlichen Grenzen unterworfen wie die Ionenstrahlvorrichtung. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Innenflächen von Hohlzylindern oder Hohlprismen weder homogen beschichtet noch geätzt werden können.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein von Substrathaltern umgebenes Ionisierungs- und Beschleunigungssystem durch eine in der Systemachse befindliche rohrförmige Anode, deren Mantelfläche Bohrungen für den Gas- und/oder Dampfeinlaß aufweist, und in nachfolgend genannter Reihenfolge eine die Anode auf der ganzen Länge umgebende zylinderspulenförmige direkt geheizte Glühkatode,

eine Emissions- und/oder eine Beschleunigungselektrode vorzugsweise hoher Transparenz gebildet und durch zwei stirnseitig das Elektrodensystem teilweise oder vollständig überdeckende scheibenförmige Abschirmelektroden abgegrenzt wird. Unter dem Begriff Transparenz soll das Verhältnis aus der Fläche der Elektrodenöffnungen und der Gesamtelektrodenfläche verstanden werden.

Wird die Anode gegenüber der Elektronen emittierenden Glühkatode, den Abschirmelektroden und der Emissionselektrode positiv vorgespannt, kann bei geeigneter Anodenspannung und Einstellung eines ausreichenden Arbeitsdruckes in dieser Elektrodenanordnung eine unselbständige Entladung gezündet und aufrechterhalten werden.

Auf Grund der Geometrie des Ionisierungsraumes bildet sich eine zylindrische Entladungssäule aus, die in axialer Richtung durch die Abschirmelektroden und in radialer Richtung durch die Emissionselektrode begrenzt wird. Durch Anlegen einer negativen Spannung an die Beschleunigungselektrode und die Substrathalterung werden aus dem Ionisierungsraum in radialer Richtung positive Ionen extrahiert und beschleunigt. Auf diese Weise wird ein von der gesamten zylindermantelförmigen Fläche der Beschleunigungselektrode ausgehender Ionenstrom in Richtung auf die Substrathalterung erzeugt. Gegenüber einer Vorrichtung mit planarer Elektrodenanordnung und einem angenommenen Verhältnis Durchmesser zu Höhe von eins vergrößert sich damit die Ionenextraktionsfläche um den Faktor 4. Der extrahierte Ionenstrom kann durch geeignete Wahl der Ionenart und Energie zur Ionenätzung von Substraten oder zum ionengestützten Beschichten und Schichteinbringen genutzt werden. Bei Verwendung inerter oder reaktiver Arbeitsgase in Verbindung mit hohen Beschleunigungsspannungen von einigen keV kann eine Ionenätzung von Substratoberflächen oder eine Einbringung von Schichten in Festkörperoberflächen vorgenommen werden. Bei Verwendung niedriger Beschleunigungsspannungen

in Verbindung mit einem Arbeitsgas, welches das Schichtmaterial enthält, treffen auf dem Substrat Ionen und der gaskinetische Strom des schichtbildenden Materials auf und führen zu einer ionengestützten Schichtablagerung.

In weiterer Ausführung der Erfindung ist im Ionisierungsraum ein vorzugsweise axial gerichtetes Magnetfeld vorhanden, welches zu einer Bahnverlängerung der Elektronen auf deren Weg von der Katode zur Anode führt. Bei konstantem Arbeitsdruck kann somit die Ionisierungsausbeute und damit die Plasmadichte erhöht oder bei gleichbleibendem Ionisierungsgrad der Arbeitsdruck verringert werden. Zur Erzeugung des Magnetfeldes ist es zweckmäßig, den Heizstrom der Glühkatode auszunutzen, ihre Stromzuführungen und/oder die Glühkatode selbst in der Form einer gestreckten Zylinderspule auszuführen, was zur Einsparung einer zusätzlichen Magnetspulenstromversorgung führt.

Zum Erreichen eines hohen Gaswirkungsgrades im Ionisierungssystem sowie zur Gewährleistung einer möglichst hohen Entladungsdichte wird vorgeschlagen, die in der Systemachse befindliche Anode für die Arbeitsgaszufuhr zu verwenden. Durch Bohrungen geeigneten Durchmessers in der als Rohr ausgebildeten Anode kann längs des gesamten Anodenrohres in radialer Richtung angenähert die gleiche Gas- oder Dampfeinströmrates erreicht werden. Dazu ist es notwendig, mit zunehmendem Abstand von den stirnseitigen Gas- oder Dampfzuführungsstellen die Anzahl der Bohrungen und/oder deren Durchmesser zu vergrößern.

Der Einsatz der vorgeschlagenen Vorrichtung als Ionenstrahleinheit zum Ionenstrahlätzen bzw. zum Schichteinbringen in Festkörperoberflächen, beispielsweise zur Ionenstrahl nitrierung oder Carburierung wird ermöglicht, wenn die Emissionselektrode und die Beschleunigungselektrode Öffnungen gleicher Form aufweisen, die in radialer Richtung aufeinander justiert sind und die Transparenz dieser

Elektroden soweit verringert wird, daß zwischen Ionisierungsraum und dem Ort der Substrathalterung ein Druckgefälle von wenigstens einer Größenordnung entsteht und im Rezipienten Drücke im Hochvakuumbereich vorherrschen. In ihrer einfachsten Form besteht die vorgeschlagene Vorrichtung nur aus der gegenüber der Katode und den Abschirmelektroden positiv vorgespannten Anode und der zur Ionenextraktion und Beschleunigung gegenüber der Katode und den Abschirmelektroden negativ vorgespannten Substrathalterung. Mit dieser Anordnung kann unter Einbezug der Möglichkeit einer Substratvorbehandlung durch Ionenätzen eine effektive Schichtablagerung und Schichteinbringung durchgeführt werden.

Zur Hochratebeschichtung, zur Herstellung von Verbindungs- und Legierungsschichten oder zur Schichtdotierung werden erfindungsgemäß im Ionisierungsraum eine oder mehrere Teilchenquellen, beispielsweise Verdampferquellen, angebracht, die einen Teilchenstrom erzeugen, der das schichtbildende Material bzw. eine oder mehrere Komponenten der zur Verbindungs- oder Legierungsbildung oder zur Schichtdotierung benötigten Materialien enthält. Durch den Einlaß von Gasen und/oder Dämpfen in das Ionisierungssystem werden diese gemeinsam mit dem von der Teilchenquelle ausgehenden Materialstrom zumindest teilweise ionisiert und auf das Substrat beschleunigt, um dort zur Schichtbildung beizutragen.

Es wird weiterhin vorgeschlagen, daß die Glühkatode beim Betrieb der Vorrichtung mit reaktiven Gasen aus einem Material besteht, welches mit dem Reaktivgas eine flüchtige Verbindung eingeht; beispielsweise können bei Verwendung sauerstoffhaltiger Arbeitsgase Rheniumkatoden eingesetzt werden.

In weiterer Ausführung der Erfindung wird vorgeschlagen, zum Zwecke der ionengestützten Beschichtung und Schichtein-

bringung sowie der Ionenätzung bei möglichst kleinen Sauerstoffpartialdrücken entweder die gesamten Abschirmelektroden oder wenigstens deren dem Ionisierungsraum zugewandte Seite aus Titan zu fertigen und diese Elektroden gegenüber der Katode auf ein negatives Potential zu legen, welches das Substratpotential nicht unterschreitet. Auf diese Weise kann eine Titanzerstäubung zwischen den beiden Abschirmelektroden erreicht werden, wodurch der bekannte Gettereffekt zur Wirkung kommt.

Beim Beschichten thermisch nicht beständiger Substratmaterialien werden zwischen den Elektronen emittierenden Bereichen der Katode und den Substrathaltern Strahlungsschirme angeordnet, die vorzugsweise Katodenpotential aufweisen. Zweckmäßig ist es, dafür die Emissionselektrode zu nutzen und deren Transparenz so zu gestalten, daß die Strahlung der Glühkatode nicht auf direktem Wege zum Substrat gelangt. Dabei muß allerdings eine Verringerung der Beschichtungsrate und der homogen beschichtbaren Substratfläche in Kauf genommen werden.

Die Substrathalterungen sind drehbar ausgeführt, kühl- und heizbar und können je nach Beschaffenheit der Substrate einen kreisförmigen oder vieleckigen Querschnitt haben, im einfachsten Fall bestehen sie aus Platten, deren Vorder- und Rückseite mit Substraten belegt werden können. Die Beschichtung oder Ätzung der Innenflächen von Hohlzylindern oder Hohlkörpern beispielsweise der Innenflächen von Lagern oder Lagerschalen wird ermöglicht, wenn die Werkstücke einen größeren Innendurchmesser als die Ionisierungsvorrichtung haben, so daß sie diese umgeben und potentialmäßig als Substrat geschaltet werden können.

Zur effektiven ionengestützten Beschichtung, Schichteinbringung und Ätzung isolierender Substrate werden auf den Substrathaltern oder in deren unmittelbarer Nähe Mittel zur Elektronenkompensation angebracht, oder an die Substrathalterungen wird eine hochfrequente Wechselspannung angelegt.

Ausführungsbeispiel

Nachfolgend wird die Erfindung an zwei Ausführungsbeispielen erläutert.

In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 schematische Darstellung der Vorrichtungen im Längsschnitt und

Fig. 2 schematische Darstellung der Vorrichtung in der Draufsicht.

Im ersten Ausführungsbeispiel, das sich auf die Abscheidung harter Kohlenstoffschichten bezieht, wird die durch Isolatormaterial 2 in den Abschirmelektroden 3 befestigte Anode 1 von 10 Windungen einer zylinderspulenförmigen Glühkatode 4 umgeben. Um dieses Ionisierungssystem werden unter Wegfall der in Fig. 1 und Fig. 2 eingezeichneten Emissionselektrode 5 und Beschleunigungselektrode 6 die Substrathalter 7 angeordnet. Die Anode 1 wird gegenüber der Glühkatode 4 und den Abschirmelektroden 3 positiv vorgespannt. Die Substrathalter 7 werden gegenüber der Glühkatode 4 und den Abschirmelektroden 3 negativ vorgespannt. Durch Einlaß von kohlenstoffhaltigen Gasen oder Dämpfen, beispielsweise von Benzoldampf, in die als Gaszuführung dienende Anode 1 kann bei Anodenspannungen von + 100 V bis + 300 V und Heizstromstärke der Glühkatode 4 von 30 A bis 50 A in diesem Ionisierungssystem bei Drücken von 10^{-1} pa bis 10^{-3} Pa eine Entladung gezündet und aufrechterhalten werden. Werden die Substrathalterungen 7 auf - 150 V bis - 3000 V vorgespannt, wachsen auf den Substraten harte diamantähnliche Kohlenstoffschichten mit Aufwachsraten von 20 nm/min bis 50 nm/min auf, wobei durch geeignete Wahl der negativen Substratvorspannung spezielle Schichteigenschaften erzielt werden können.

Die Haftfestigkeit der Schichten kann erhöht werden durch Ionenätzen der Substrate vor der Beschichtung. Dafür kommen inerte Arbeitsgase, vorzugsweise Krypton und Xenon, zum Einsatz. Nach einer vorgegebenen Ätzzeit bei Beschleuni-

gungsspannungen bis zu - 3000 V an den Substrathaltern 7 erfolgt dann ein kontinuierlicher Übergang vom Ionenätzen zum ionengestützten Beschichten, was durch kontinuierlichen Arbeitsgaswechsel in Verbindung mit einer Verringerung der Beschleunigungsspannung erfolgt.

Im zweiten Ausführungsbeispiel, das sich auf die Anwendung der Vorrichtung zum Ionenstrahlätzen von Festkörperoberflächen bezieht, wird die Anode 1 von einer zylinderspulenförmigen Glühkatode 4 umgeben. Die Emissionselektrode 5 ist gasdicht mit den Abschirmelektroden 3 verbunden und wird von der Beschleunigungselektrode 6 umfaßt, um diese wiederum werden die Substrathalter 7 angeordnet. Die Transparenz der Emissionselektrode 5 und der Beschleunigungselektrode 6 wird so gewählt, daß eine Druckstufe entsteht und der Druck im Ionisierungsraum wenigstens eine Größenordnung über dem im Substratraum liegt. Die Transparenz von Emissionselektrode 5 und Beschleunigungselektrode 6 ergibt sich ausschließlich aus Öffnungen in diesen Elektroden, welche in radialer Richtung aufeinander justiert sind. Durch den Einlaß inerter Gase, z. B. Argon, in das Ionisierungssystem kann bei geheizter Glühkatode 4 und Anodenspannung von beispielsweise + 50 V bis + 300 V in dieser Anordnung eine Edelgasentladung aufrechterhalten werden. Zur Ionenextraktion und Beschleunigung werden die Beschleunigungselektrode 6 und die auf gleichem Potential liegenden Substrathalter 7 gegenüber der Glühkatode 4, der Emissionselektrode 5 und den Abschirmelektroden 3, die alle auf gleichem Potential liegen, negativ vorgespannt.

Auf diese Weise kann je nach Transparenz der Emissionselektrode 5 und der Beschleunigungselektrode 6 bei Beschleunigungsspannungen von - 200 V bis - 5000 V auf die Substrathalter ein koaxialer Ionenstrahl mit Ionenstromdichten bis zu 2 mA/cm^2 extrahiert werden.

Erfindungsanspruch

1. Vorrichtung zum ionengestützten Beschichten, Schichteinbringen und Ionenätzen im Vakuum, gekennzeichnet dadurch, daß ein von Substrathaltern (7) umgebenes Ionisierungs- und Beschleunigungssystem durch eine in der Systemachse befindliche rohrförmige Anode (1), deren Mantelfläche Bohrungen für den Gas- und/oder Dampfeinlaß aufweist, und in nachfolgend genannter Reihenfolge eine die Anode (1) auf der ganzen Länge umgebende zylinderspulenförmige direkt geheizte Glühkatode (4), eine Emissions- (5) und/oder Beschleunigungselektrode (6) vorzugsweise hoher Transparenz gebildet und durch zwei stirnseitig das Elektrodensystem teilweise oder vollständig überdeckende scheibenförmige Abschirmelektroden (3) abgegrenzt wird.
2. Vorrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Gas- und/oder Dampfzufuhr durch eine oder beide stirnseitigen Öffnungen der rohrförmigen Anode (1) erfolgt und Durchmesser und/oder Anzahl der Bohrungen in der Mantelfläche der rohrförmigen Anode (1) mit wachsendem Abstand von den Gas- und/oder Dampfzuführungsstellen zunehmen oder die Anode (1) als Draht oder Stab ausgebildet ist und die Gas- und/oder Dampfzufuhr in üblicher Weise erfolgt.
3. Vorrichtung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Anode (1) gegenüber der Katode (4), den vorzugsweise auf Katodenpotential liegenden Abschirmelektroden (3) und der Emissionselektrode (5) ein positives Potential und die Beschleunigungselektrode (6) sowie die Substrathalter (7) ein gemeinsames, gegenüber der Katode (4) negatives Potential erhalten.
4. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Emissionselektrode (5) und die Beschleunigungselektrode (6) Öffnungen gleicher Form aufweisen, die in

radialer Richtung aufeinander justiert sind.

5. Vorrichtung nach Punkt 1 und 2, gekennzeichnet dadurch, daß sich zwischen Katode (4) und den Substrathaltern (7) keine weitere Elektrode befindet, die Substrathalter (7) gegenüber der Katode (4) und den Abschirmelektroden (3) negativ und die Anode (1) gegenüber der Katode (4) und den Abschirmelektroden (3) positiv vorgespannt werden.
6. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 5, gekennzeichnet dadurch, daß zur Beschichtung thermisch nicht beständiger Substratmaterialien zwischen den Elektronen emittierenden Bereichen der Katode (4) und den Substrathaltern (7) Strahlungsschirme angeordnet sind, die vorzugsweise Katodenpotential erhalten.
7. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß bei der Beschichtung und/oder Ionenätzung isolierender Substrate auf den Substrathaltern (7) oder in deren unmittelbaren Nähe Mittel zur Elektronenkompensation vorhanden sind.
8. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß bei der Beschichtung und/oder Ionenätzung isolierender Substrate an die Substrathalterung (7) eine hochfrequente Wechselspannung angelegt wird.
9. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Elektronen emittierenden Bereiche der Katode (4) aus einem Material bestehen, welches mit reaktiven Gasen eine von der Katodenoberfläche leicht verdampfende Verbindung bildet.
10. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 6, gekennzeichnet dadurch, daß im Raum zwischen Anode (1) und Katode (4), vorzugsweise in der Nähe der Abschirmelektroden (3) eine oder mehrere Teilchenquellen, beispielsweise Verdampferquel-

len, angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Punkt 1 bis 10, gekennzeichnet dadurch, daß die Abschirmelektroden (3) oder deren der Entladung exponierte Oberflächen aus Titan bestehen und gegenüber der Katode (4) auf einem negativen Potential liegen, welches den Wert des Substratpotentials nicht unterschreitet.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

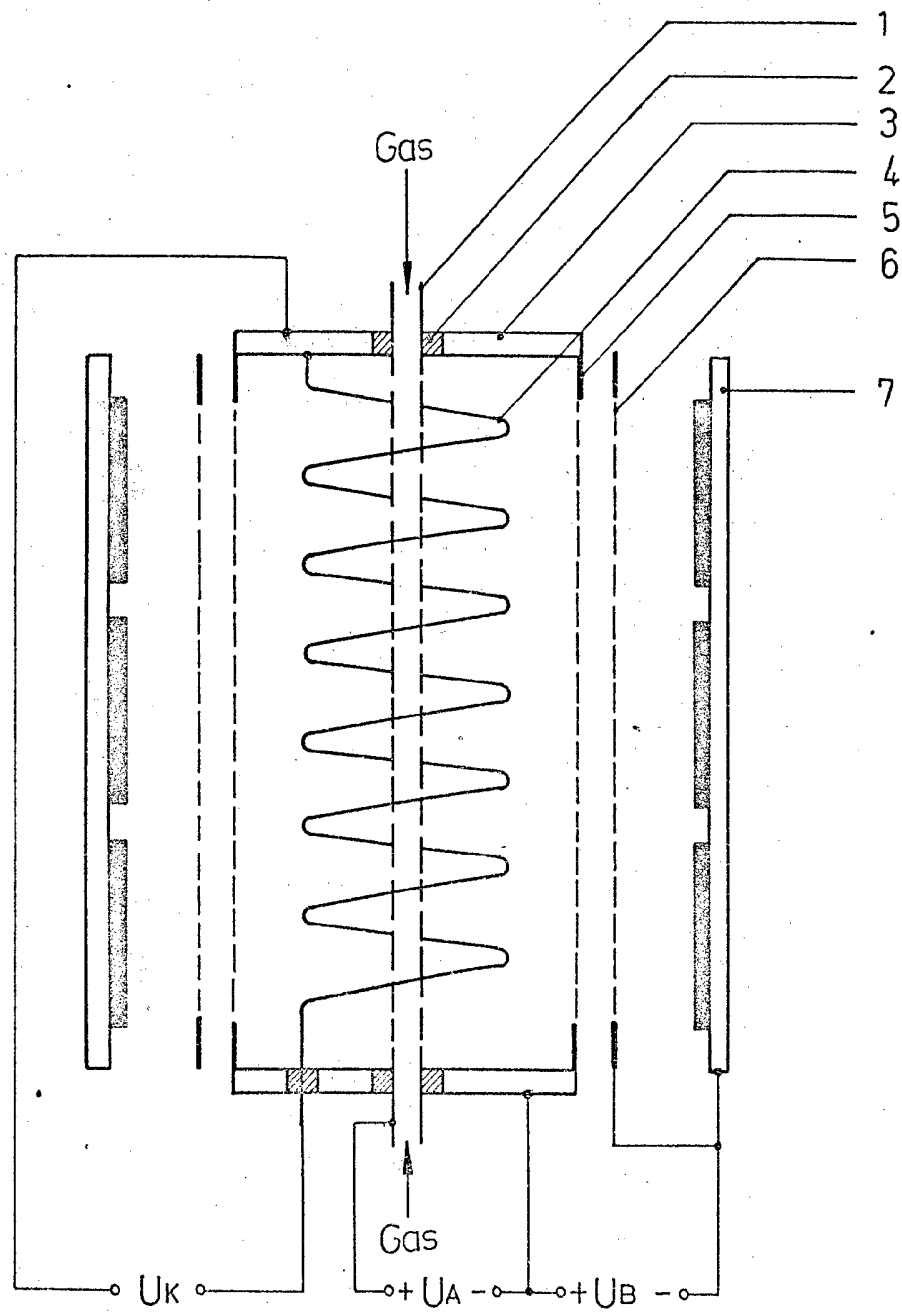


Fig.1

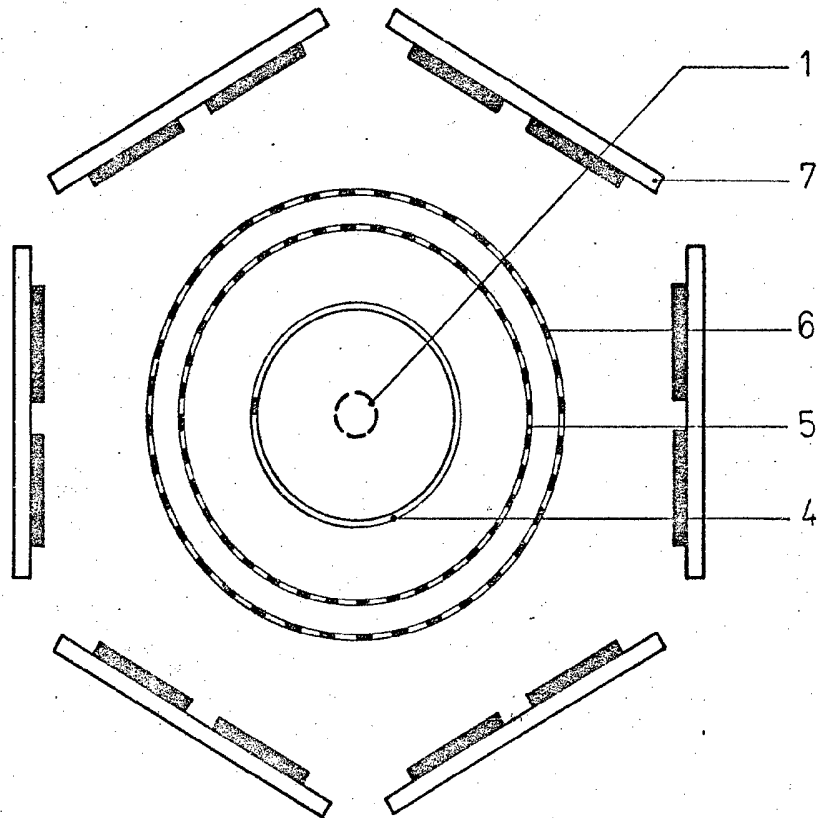


Fig. 2