



(19) Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer:

AT 392 291 B

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2193/87

(51) Int.Cl.⁵ : C23C 14/34

(22) Anmeldetag: 1. 9.1987

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 9.1988

(45) Ausgabetag: 25. 2.1991

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1 70899 US-PS4521286 DE-OS2707144 DE-OS2729286
US-PS4519885 DE-OS2923174 US-PS4407713 US-PS4525264

(73) Patentinhaber:

MIBA GLEITLAGER AKTIENGESELLSCHAFT
A-4663 LAAKIRCHEN, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

GÄRTNER WALTER DIPL.ING.
GMUNDEN, OBERÖSTERREICH (AT).
KOROSCHETZ FRANZ DIPL.ING. DR.
GMUNDEN, OBERÖSTERREICH (AT).
WAGENDRISTEL ALFRED DIPL.ING. DR.
PERCHTOLDSDORF, NIEDERÖSTERREICH (AT).
BANGERT HERWIG DIPL.ING. DR.
WIEN (AT).

(54) STABFÖRMIGE SOWIE MAGNETRON- BZW. SPUTTERKATHODENANORDNUNG, SPUTTERVERFAHREN, UND
VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Die Erfindung betrifft eine stabförmige Magnetron-Sputterkathodenanordnung mit einem innenliegenden, gekühlten Permanentmagnetensystem und einem Trägerrohr für das Target. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß zwischen den aus einem oder mehreren, insbesondere austauschbar auf das Trägerrohr (36) aufgezogenen Ring(en) (37, 37', 37'') bestehenden Target und dem Trägerrohr (36) zumindest eine Wärmekontaktebeschicht (38) angeordnet ist. Während des Sputterns können die Kathode (6) und die zu besputternde Fläche einer gegenseitigen Relativbewegung in Längsrichtung der Kathode (6) unterworfen werden, wozu eine Verstelleinrichtung vorgesehen ist. Die Magnete (31) sind mit in Längsrichtung des Trägerrohres (36) alternierend entgegengesetzter Richtung ihres Magnetfeldes innerhalb des Trägerrohres (36) angeordnet. Sie besitzen zylindrische oder polygonale Mantelflächen und parallele und im Winkel (α) zur Längsrichtung der Elektrode (6) bzw. Welle (30) geneigt verlaufende Endflächen (44).

AT 392 291 B

Die Erfindung betrifft eine stabförmige Magnetron-Sputterkathodenanordnung mit einem innenliegenden, gekühlten Permanentmagnetsystem und einem Trägerrohr für das auf das stabförmige, vorzugsweise aus nichtmagnetischem Stahl, bestehende Trägerrohr aufgebrachte, gegebenenfalls aus unterschiedlichen Targetmaterialen zusammengesetzte Target. Derartige Anordnungen dienen insbesondere zum Besputtern von zumindest teilweise gekrümmten Flächen bzw. von Innenflächen von hohlen oder aus Teilen zu solchen zusammen gesetzten Körpern, z. B. von Zylinderinnenflächen polygonen oder rosettenförmigen Innenflächen od. dgl. Ferner betrifft die Erfindung ein Sputterverfahren zum Sputtern mit einer Magnetron- bzw. Sputterkathodenanordnung, vorzugsweise zum Besputtern von gekrümmte Bereiche aufweisenden Flächen, z. B. den Innenflächen von Hohlkörpern sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens und ein rohrförmiges Target.

Aus der US-PS 452 12 86 ist eine Ätz- bzw. Beschichtungseinrichtung mit einer Hohlkathode mit parallelen Elektrodenflächen bekannt, eine stabförmige Magnetron-Sputterkathodenanordnung ist nicht vorhanden.

Aus der EP-A1 70 899 ist eine Magnetron-Sputterkathodenanordnung der eingangs genannten Art bekannt, die zum Besputtern ebener Flächen eingesetzt wird. Bei dieser Anordnung ist ferner vorgesehen, daß die zu besputternde Fläche senkrecht zur Achse der ortsfesten Kathodenanordnung, die ein Trägerrohr umfaßt, auf das unterschiedliche Targetmaterialien aufgebracht sind, bewegt wird und daß das Trägerrohr um dessen Längsachse insbesondere kontinuierlich rotierbar ist, so daß z. B. verschiedene Materialien, die in verschiedenen Sektoren angeordnet sind, nacheinander vor dem nur in einem bestimmten Sektor innen angeordneten, U-förmigen und gekühlten Permanentmagnetsystem in Position gebracht werden können.

Ziel der Erfindung ist es, Materialien, die aus Festigkeitsgründen für eine Fertigung selbsttragender Targets ungeeignet sind, und beliebige Materialkombinationen, die durch andere Verfahren (z. B. galvanisch, schmelz- oder pulvermetallurgisch) nicht oder nur schwer herstellbar sind, einem Hochleistungssputterprozeß zugänglich zu machen, die strukturelle Ausbildung der aufgesputterten Beschichtungen, z. B. auf der Innenfläche von Lagerschalen, zu verbessern bzw. die Haftung derartiger Schichten zu erhöhen. Ferner sollen die aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnung von Targetmaterial und Trägerrohr und der oft unzureichenden Wärmeabfuhr vom Targetmaterial auftretenden Probleme gelöst werden. Probleme bei der Wärmeabfuhr ergeben sich oft bei der Verwendung stabförmiger Kathoden mit kleinem Durchmesser.

Dieses Ziel wird bei einer stabförmigen Magnetron- bzw. Sputterkathodenanordnung der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß zwischen den aus einem oder mehreren, insbesondere austauschbar auf das Trägerrohr aufgezogenen Ring(en) bestehenden Target und dem Trägerrohr zumindest eine Wärmekontaktschicht angeordnet ist und daß der bzw. die gegebenenfalls in warmem Zustand auf das Trägerrohr aufgebrachte(n) Ringe(n) im Betriebszustand mit Preßsitz auf dem Trägerrohr bzw. der Wärmekontaktschicht sitzt bzw. sitzen.

Die zwischen dem Trägerrohr und den Ringen aus Targetmaterial angeordnete Wärmekontaktschicht aus Metall ermöglicht einen optimalen Wäremübergang von dem durch die Gasentladung erhitzen Targetmaterial zum Trägerrohr und von dort auf ein zwischen dem Trägerrohr und dem Permanentmagnetsystem fließendes Kühlmittel. Damit wird erreicht, daß das Targetmaterial ausreichend gekühlt wird, d. h. bei entsprechend hoher Leistungsdichte nicht aufschmilzt. Es kann dadurch auch ein dickeres Targetmaterial verwendet werden, womit die Standzeiten der Anordnung erhöht werden.

Auf Grund der erfundungsgemäßen Vorgangsweise ist es nicht mehr notwendig, die Kathode zur Gänze aus Targetmaterial zu fertigen, sondern es können beliebige Targetmaterialien, z. B. auch solche mit geringer mechanischer Festigkeit, die zur Fertigung selbsttragender Targets ungeeignet sind, auf das Trägerrohr aufgezogen werden. Die erfundungsgemäße Sputterkathodenanordnung ermöglicht es erstmals, Schichten auch aus solchen Legierungen mit einer Stabkathode zu produzieren, für die eine schmelz- oder sintertechnologische Herstellung von ringförmigen Targets bisher nicht bzw. nur unter größten Schwierigkeiten möglich war. Unterschiedliche Wärmedehnungen des Targetmaterials und des Trägerrohres werden von der Wärmekontaktschicht aufgenommen.

Bevorzugt ist es, wenn bei im Inneren des Trägerrohres um dessen Längsachse insbesondere kontinuierlich rotierbaren, z. B. von einer rotierbaren Welle getragenen und vom Kühlmedium umströmten Permanentmagneten die Magnete mit in Längsrichtung des Trägerrohres alternierend entgegengesetzter Richtung ihres Magnetfeldes innerhalb des Trägerrohres angeordnet sind. Diese Ausbildung der Kathodenanordnung bzw. des Permanentmagnetsystems ermöglicht eine gleichmäßige Abarbeitung bzw. Abtragung des Targetmaterials beim Sputtern und damit eine bessere Ausnutzung des Targetmaterials sowie eine gleichmäßige Aufbringung der Schicht für die zu besputternden Flächen. Vorteilhaft ist es hiebei, wenn die zylindrische oder polygonale Mantelflächen besitzenden Magnete parallele und im Winkel zur Längsrichtung der Elektrode bzw. Welle geneigt verlaufende Endflächen besitzen, wobei die einander zugewandten Endflächen aufeinanderfolgender Magnete entgegengesetzte Magnetpole aufweisen.

Um eine hohe Leistungsdichte auf der Targetoberfläche während eines Dauerbetriebes zu ermöglichen, ist insbesondere die Kühlung des Targetmaterials von Bedeutung. Dazu ist vorgesehen, daß die Magnete eine rohrförmige Ausnehmung in Längsrichtung des Trägerrohres aufweisen, mit der sie gegebenenfalls auf die Welle aufgeschoben sind, daß die Ausnehmung bzw. die als Hohlwelle ausgebildete Welle als Kühlmitteldurchfluß ausgebildet und an eine Kühlmittelzufuhr einrichtung angeschlossen ist und daß die Magnete in dem Trägerrohr unter Ausbildung eines Spaltes angeordnet sind, wobei der Spalt zwischen dem Trägerrohr und den gegebenenfalls von einem Hüllrohr umgebenen Magneten als Kühlmitteldurchfluß, insbesondere Kühlmittellückleitung,

ausgebildet ist. Der hierdurch gegebene kreisringförmige Strömungsquerschnitt soll für das Kühlmedium bei der vorgegebenen Kühlmittelgeschwindigkeit eine Reynoldzahl > 10.000 ergeben. Die Dicke des Ringpaltes zwischen den Magneten bzw. dem Hüllrohr und dem Trägerrohr kann etwa 0,5 mm betragen und es wird ein Kühlwasserdruckkreislauf mit einem Druck von 12 bar ausgebildet. Im Endbereich der Hohlwelle kann eine strömungsgünstig geformte, schalenförmige Umlenkung für das aus der Hohlwelle austretende Kühlmittel vorgesehen sein, um dieses in den Kühlspalt umzulenken.

Um die hohe Sputterleistungsdichte am Target zu erzielen, muß, das Plasma in unmittelbarer Nähe der Targetoberfläche magnetisch eingeschlossen werden. Dazu ist eine wirksame magnetische Feldstärke parallel zur Zylinderoberfläche des Targetmaterials von vorzugsweise 300 Gauß erforderlich. Dieses Feld wird durch die Magnete erzeugt, die vorzugsweise aus SmCO_5 bestehen. Auf Grund der besonderen Konfiguration der einzelnen rotierenden aufeinanderfolgenden Magnete wird im zeitlichen Mittel eine gleichmäßige Dichte des Plasmas auf einem die Targetoberfläche umgebenden Zylindermantel erreicht. Daraus resultiert ein gleichmäßiger Abtrag des Targets. So kann z. B. mit der erfundungsgemäßen Stabkathode eine Beschichtungsrate von 1 $\mu\text{m}/\text{min}$ Aluminium im Abstand von 30 mm von der Targetoberfläche erreicht werden, welche Leistung bereits über der Grenze von handelsüblichen Hochleistungsflachkathoden liegt und die Leistung bekannter Stabkathoden bei weitem übertrifft.

Vorteilhaft ist es, wenn die zwischen dem(n) Ring(en) und dem Trägerrohr angeordnete, vorzugsweise 5 - 50 μm , insbesondere 10 - 20 μm , dicke Wärmekontakte schicht aus weichem bzw. verformbarem, insbesondere mit einer Härte $< 20 \text{ MHV}$, niedrig schmelzendem, gut wärmeleitendem Metall bzw. einer solchen Legierung, z. B. In, Ga, Pb, Sn od. dgl., besteht, die vorzugsweise auf das Trägerrohr abgelagert ist. Wenn die Wärmekontakte schicht einen größeren Ausdehnungskoeffizienten besitzt als die auf das Trägerrohr aufgezogenen Ringe, treten keine die Wärmeableitung behindernden Zwischenräume bei Erwärmung der Kathode auf. Gleichzeitig ist jedoch erforderlich, daß das Metall der Wärmekontakte schicht weich ist, um die entstehenden Spannungen unter Verformung aufnehmen zu können. Besonders vorteilhaft ist es, wenn ein Metall für die Wärmekontakte schicht eingesetzt wird, das bei Temperaturen unter dem Erweichungspunkt, insbesondere Schmelzpunkt, des jeweiligen Targetmaterials schmilzt und somit bei lokaler Überhitzung des Targetmaterials wegen lokal schlechten Wärmekontakte s durch Aufschmelzen der Schicht und Nachfließen des Schichtmaterials in die Bereiche den Wärmeeschluß wieder herstellt. Da die Ringe erfundungsgemäß mittels eines Preßsitzes auf das Trägerrohr aufgebracht sind, ergibt sich durch die gute Verformbarkeit des Metalls der Schicht ein optimaler Wärmeübergang auch bei nicht geschmolzenem Metall.

Zur Ausbildung von Schichten aus mehreren Einzelkomponenten ist es vorteilhaft, wenn auf das Trägerrohr in axialer Richtung aufeinanderfolgend insbesondere in vorbestimmter Reihenfolge Ringe gegebenenfalls unterschiedlicher Breite aus unterschiedlichem Targetmaterial aufgezogen sind.

Ein rohrförmiges Target, insbesondere für erfundungsgemäße Sputterkathodenanordnungen ist erfundungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Trägerrohr des rohrförmigen Targets und dem Targetmaterial zumindest eine vorzugsweise 5 - 50 μm , insbesondere 10 - 20 μm , dicke Wärmekontakte schicht aus weichem bzw. verformbarem, insbesondere mit einer Härte $< 20 \text{ MHV}$, niedrig schmelzendem, gut wärmeleitendem Metall oder einer entsprechenden Legierung, z. B. In, Ga, Pb, Sn, Wood'sches Metall od. dgl. vorgesehen ist, wobei auf das Trägerrohr in axialer Richtung zumindest ein, vorzugsweise eine Anzahl aufeinanderfolgender gegebenenfalls aus unterschiedlichen Targetmaterialien bestehender, gegebenenfalls unterschiedliche Breite besitzender, Ring(e) aufgebracht ist, wobei der (die) Ring(e) vorzugsweise in warmem Zustand auf das Trägerrohr aufgezogen und nach dem Abkühlen im Betriebszustand mit Preßsitz auf dem Trägerrohr bzw. der Wärmekontakte schicht angeordnet ist (sind), wobei gegebenenfalls das Metall der Schicht(en) einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, der größer ist als der des Targetmaterials.

Das erfundungsgemäße Sputterverfahren, vorzugsweise zum Besputtern von gekrümmten Bereichen aufweisenden Flächen, z. B. den Innenflächen von Hohlkörpern, wobei die zu besputternde Fläche und die Kathodenanordnung, die ein Trägerrohr umfaßt, auf das unterschiedliche Targetmaterialien aufgebracht sind, einer gegenseitigen Relativbewegung unterworfen werden, wobei vorzugsweise die Kathodenanordnung lagefest gehalten und die Fläche bzw. der die Fläche tragende Körper bewegt wird, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kathodenanordnung, auf deren Trägerrohr mehrere in axialer Richtung des Trägerrohrs aufeinanderfolgende Ringe aus unterschiedlichem Targetmaterial aufgezogen werden, und die zu besputternde Fläche einer gegenseitigen Relativbewegung in Längsrichtung der Kathodenanordnung bzw. des Trägerrohrs unterworfen werden. Dabei kann vorgesehen sein, daß die Relativbewegung zwischen der Kathodenanordnung und der zu besputternden Fläche eine Pendelbewegung ist, deren Hub größer als die Breite eines, insbesondere des breitesten vorhandenen, Ringes aus Targetmaterial, gewählt ist oder daß die Relativbewegung eine Verschiebebewegung ist und eine Vorschubbewegung des die zu besputternde Fläche tragenden Körpers in bezug auf die Längsrichtung der Kathodenanordnung umfaßt, der eine Pendelbewegung überlagert ist. Auf diese Weise werden die durch die Targetsegmentierung bzw. die durch aufeinanderfolgend angeordnete Ringe aus unterschiedlichen Targetmaterialien hervorgerufenen lokalen Konzentrationsunterschiede beim Aufbau der Schicht ausgeglichen und eine Schicht der gewünschten Legierung in gleichmäßiger Zusammensetzung erzielt.

Eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens mit einer Verstelleinrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kathodenanordnung und/oder die zu besputternde Fläche von der von einer in

Längsrichtung des Trägerrohres eine Vorschub- und/oder Hin- und Herbewegung (Pendelbewegung) ausführenden Trägereinrichtung gebildeten Verstelleinrichtung, die gegebenenfalls von einer Förder- bzw. Antriebseinrichtung betätigbar ist, getragen bzw. mit dieser verbunden sind. Die Förder- bzw. Antriebseinrichtung für die zu besputternde Fläche und/oder für den die Fläche tragenden Körper kann mit der z. B. außerhalb des Rezipienten, in dem der Sputtervorgang vor sich geht, angeordneten Verstelleinrichtung verbunden sein, die über vakuumdichte Antriebe bzw. Stelleinrichtungen die Verstellung des Körpers und/oder der zu besputternden Fläche während des Sputterns bewirken.

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind der folgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Patentansprüchen zu entnehmen.

10 Im folgenden wird die Erfindung an Hand der Zeichnung näher erläutert:

Es zeigen: Fig. 1 eine Sputterstation, Fig. 2 eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sputterkathodenanordnung, Fig. 3 einen Detailschnitt durch eine Sputterkathodenanordnung und Fig. 4 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen Targetrohres.

15 Besonders gut können die erfindungsgemäße Kathodenanordnung und das erfindungsgemäße Verfahren zum Besputtern von Lagerschalen mit Lagerschichtlegierungen eingesetzt werden. Demgemäß ist die Erfindung anhand der Beschichtung von Lagerschalen durch Kathodenerstäubung ("Sputtern") als Beispiel näher erläutert. Andere Verwendungszwecke sind z. B. das Besputtern von Kugellagerlaufflächen, Rohrinnenflächen usw.

20 Die vorteilhafterweise in einer Reihe zu einem Zylinder aneinandergesetzten Lagerschalen werden in einen Träger (4) eingesetzt, der in eine Beschichtungsanlage einbringbar ist. Eine derartige Sputteranlage ist in Fig. 1 schematisch dargestellt. Die Anordnung umfaßt einen gasdichten Rezipienten (1) mit einem aufschraubbaren Deckelteil (1'). Im Rezipienten (1) sind Fördereinrichtungen, z. B. ein auf Führungen (2) verfahrbare Träger (18), vorgesehen, auf bzw. mit denen der Träger (4) mit den Lagerschalen (3) zwischen einer Ein- bzw. Austragstellung (strichliert) und einer Sputterstellung verfahrbar ist, in der die Sputterkathode (6) von den Lagerschalen (3) umschlossen wird. Nach Beendigung des Sputtervorganges wird der Träger (4) dem Rezipienten (1) entnommen.

25 Mit (20) ist eine Gaszuführleitung und mit (21) eine Leitung zu einer Vakuumpumpe bezeichnet. Der Spannungsanschluß (z. B. -600 V) der Sputterkathode (6) ist mit (7) bezeichnet; die Kühlwasserzuführleinrichtung der Kathode (6) mit (32). Das Sputtern erfolgt bei einer Temperatur des Targetmaterials von 30 bis 100 °C, vorzugsweise 80 °C, und einem Druck von etwa $2 \cdot 10^{-3}$ mbar.

30 Eine erfindungsgemäße Kathodenanordnung (6), wie sie in Fig. 2 im Schnitt durch ihre Längsachse dargestellt ist, umfaßt auf einer Hohlwelle (30) angeordnete Permanentmagnete (31). Die Magnete sind im vorliegenden Fall zylindrisch ausgebildet, könnten aber im Querschnitt auch polygonal begrenzt sein. Die Magnete (31) sind im Winkel (α) schräg zur Längsachse der Kathodenanordnung (6) geschnitten und besitzen somit geneigte Endflächen (44). Der Winkel (α) beträgt vorteilhafterweise 45° bis 75°. Die Magnete (31) sind 35 derart magnetisiert, daß ihre Pole in den Endflächen (44) liegen, u. zw. so, daß die Magnetisierungsrichtung parallel zur Längsachse der Kathodenanordnung (6) verläuft. Ferner sind aufeinanderfolgende Magnete (31) derart angeordnet, daß jeweils entgegengesetzte Magnetpole einander zugekehrt sind.

40 Die Magnete (31) erzeugen ein magnetisches Streufeld, das einen schräg zur Längsachse verlaufenden, ringförmigen Plasmaeinschluß (39) vor der Lagerinnenfläche (19) bewirkt. Durch die Rotation der Magnete wird eine Rotation der Plazazonen bewirkt, wobei durch diese Taumelbewegung eine gleichmäßige Abstäubung von der Targetoberfläche erreicht wird.

45 Die Magnete sind in einem dünnen Hüllrohr (35) angeordnet und von einem Targetträgerrohr (36) umgeben, auf das Ringe (37, 37') aus Targetmaterial aufgezogen sind. Zwischen den Ringen (37, 37') aus Targetmaterial und dem Trägerrohr (36) ist eine Wärmekontaktebeschichtung (38) aus weichem, gut wärmeleitendem, niedrig schmelzendem, verformbarem Material, z. B. Indium, Gallium, Blei od. dgl., angeordnet. Dieses Material soll ferner einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzen, der größer ist als der des Targetmaterials. Die Anzahl, das Material, die Breite und die Dicke der Ringe werden vom Anwendungsfall bestimmt.

50 Die Hohlwelle (30) mit den schräg geschnittenen Magneten (31) ist innerhalb des Trägerrohres (36) rotierbar angeordnet. Zwischen den Ringen (37, 37') und der Innenfläche (19) der Lager (3), die im Träger (4) in Reihen angeordnet sind, findet eine Gasentladung statt und die vom Targetmaterial abgetragenen Teilchen werden auf der Fläche (19) abgelagert.

55 Durch die Hohlwelle (30) wird Kühlmedium (41), vorzugsweise Wasser, von einer Kühlmittelzufuhreinrichtung (32) zugeführt und gelangt durch die Hohlwelle (30) zu einer schalen- bzw. halbtorusförmigen Umlenkung (47), mit der das Kühlmedium (41) aus der Hohlwelle (30) in einen zylindrischen Spalt (43) zwischen den Magneten (31) bzw. dem Hüllrohr (35) und dem Trägerrohr (36) geleitet wird. Aus dem Spalt (43) wird das Wasser aus der Kathodenanordnung (6) abgeführt.

60 Die Außenfläche der Magnete (31), die Außen- bzw. Innenfläche des Trägerrohres (36) und die Querschnittsform der Ringe können zylindrisch oder in Form eines Vielecks mit möglichst hoher Eckenanzahl ausgebildet sein.

Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus der konzentrischen Anordnung der zu beschichtenden Lager und der Sputterkathodenanordnung. Zwischen dem Trägerrohr (36) und den Ringen (37, 37', 37'') aus unterschiedlichem Targetmaterial ist eine vorzugsweise 5 - 50 µm, insbesondere 10 - 20 µm, dicke

Wärmekontaktschicht (38) aus weichem, niedrig schmelzendem, gut wärmeleitendem Metall, z. B. In, Ga, Pb od. dgl., vorgesehen. Diese Schicht besitzt eine Härte insbesondere < 20 MHV und einen Schmelzpunkt, der kleiner als die Erweichungs- bzw. Schmelztemperatur des jeweiligen Targetmaterials ist. Die aufeinanderfolgenden Ringe (37, 37', 37'') aus gegebenenfalls unterschiedlichen Targetmaterialien sind vorzugsweise in warmem Zustand auf das Trägerrohr (36) aufgezogen und sitzen nach dem Abkühlen mit Preßsitz auf dem Trägerrohr (36) bzw. der verformbaren Wärmekontaktschicht (38). Die Ringe können verschiedene Breite aufweisen, besitzen vorzugsweise jedoch gleiche Wandstärke. Gemäß Fig. 2 sind zwischen breiten Al-Ringen (37) schmale Pb-Ringe (37') dargestellt, womit sich Al-Pb-Legierungen aufputtern lassen.

Es können auch mehrere Wärmekontaktschichten (38) übereinander vorgesehen werden bzw. anstelle von Reinmetallen für die Schicht (38) sind auch Legierungen, z. B. Wood'sches Metall, Sn-Pb-Legierungen usw. einsetzbar. Es ist auch möglich, nur einen Ring bzw. Zylinder auf ein Targetrohr (36) aufzuziehen.

Fig. 4 zeigt eine Ansicht eines abwechselnd Ringe (37) bzw. (37') aus unterschiedlichen Materialien tragenden Trägerrohres (36), das auf das Permanentmagnetsystem aufsteckbar ist und in der Halterung (5) befestigt wird.

Mit (18) ist in Fig. 1 eine Einrichtung angedeutet, mit der die Lagerschale (3) tragende Träger (4) auf Führungseinrichtungen (2), z. B. Schienen, in eine Relativbewegung zum Trägerrohr (36), insbesondere eine Vorschubbewegung und/oder Hin- und Herbewegung bzw. Pendelbewegung in Längsrichtung der Kathodenanordnung (6) und/oder in einer Rotation um diese versetzbare ist. Durch derartige Bewegungen kann das Aufputtern von Legierungsschichten mit nebeneinanderliegenden Ringen (37, 37', 37'') aus unterschiedlichen Materialien vergleichmäßigt werden. Mit (18') ist eine außerhalb des Rezipienten (1) angeordnete Antriebseinrichtung, z. B. ein Motor, und mit (18'') sind vakuumdicht geführte Kraftübertragungseinrichtungen, z. B. Stangen, Wellen od. dgl., für die Einrichtung (18), z. B. einem auf Rollen auf den Schienen (2) verfahrbaren Schlitten, angedeutet.

Bevorzugterweise wird die erfindungsgemäße Kathodenanordnung zur Innenbeschichtung von Hohlkörpern, z. B. auch aus ferromagnetischen Stoffen, eingesetzt, da letztere z. B. mit Sputterverfahren mit einem außerhalb der Kathode erzeugten Magnetfeld aufgrund ihres abschirmenden Effektes nicht beschichtet werden können.

Das Trägerrohr (36) kann z. B. 1 - 10 mm Wandstärke aufweisen. Das die Magnete (31) einschließende Hüllrohr (35) kann 0,5 - 2 mm stark sein. Die Breite des Kühlspaltes (43) beträgt zwischen 0,3 bis 10 mm. Die Magnete (31) besitzen einen Durchmesser von etwa 5 - 50 mm. Die Rotation der Magnete erfolgt mit etwa 60 - 1200 UpM. Der gesamte Hub einer Pendelbewegung kann etwa 50 mm betragen, die Pendelfrequenz z. B. 1 Hz, die Vorschubgeschwindigkeit etwa 1 cm/min.

Zu bemerken ist noch, daß die Magnete (31) nicht notwendigerweise von einer Hohlwelle (30) getragen und von einem Hüllrohr (35) umgeben sein müssen. Es sind auch Ringmagnete denkbar, die zusammengeklebt sind und durch deren hohlen Kern anstatt durch die Hohlwelle (30) das Kühlmittel zugeleitet wird. Prinzipiell ist es auch möglich, das Kühlmittel durch den Spalt (43) zuzuleiten; eine bessere Wärmeabfuhr wird jedoch im erfindungsgemäßen beschriebenen Fall erreicht.

Es ist auch möglich, die Zwischenschicht (38) auf die Innenfläche der Ringe (37, 37', 37'') aufzubringen, das Trägerrohr (36) durch Abkühlen, z. B. in flüssiger Luft, zu schrumpfen und auf das geschrumpfte Trägerrohr (36) die gegebenenfalls bis unterhalb des Schmelzpunktes der Zwischenschicht (38) erwärmten Ringe (37, 37', 37'') aufzuziehen. Der Träger (4) kann von einer die Lager (3) umschließenden gegebenenfalls einstückigen Röhre gebildet sein.

Als Targetmaterial kommen auch elektrisch nicht leitende Materialien, z. B. Kunststoff, Keramik, Glas usw. in Betracht. Unter dem Begriff "Sputtern" wird auch das sogenannte "reaktive" Sputtern und auch das sogenannte RF-Sputtern verstanden, das mit einem RF (radio frequency)-Feld im Entladungsraum erfolgt.

45

PATENTANSPRÜCHE

50

1. Stabförmige Magnetron- bzw. Sputterkathodenanordnung mit einem innen liegenden, gekühlten Permanentmagnetsystem und einem Trägerrohr für das auf das stabförmige, vorzugsweise aus nichtmagnetischem Stahl bestehende Trägerrohr aufgebrachte, gegebenenfalls aus unterschiedlichen Targetmaterialien zusammengesetzte Target, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem aus einem oder mehreren, insbesondere austauschbar auf das Trägerrohr (36) aufgezogenen Ring(en) (37, 37', 37'') bestehendem Target und dem Trägerrohr (36) zumindest eine Wärmekontaktschicht (38) angeordnet ist und daß der bzw. die gegebenenfalls in warmem Zustand auf das Trägerrohr (36) aufgebrachte(n) Ring(e) (37, 37', 37'') im Betriebszustand mit Preßsitz auf dem Trägerrohr (36) bzw. der Wärmekontaktschicht (38) sitzt bzw. sitzen.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zwischen dem(n) Ring(en) (37, 37', 37'') und dem Trägerrohr (36) angeordnete, vorzugsweise 5 bis 50 µm, insbesondere 10 bis 20 µm, dicke Wärmekontakteschicht (38) aus weichem bzw. verformbaren, insbesondere mit einer Härte < 20 MHV, niedrig schmelzendem, gut wärmeleitendem Metall bzw. einer solchen Legierung, z. B. In, Ga, Pb, Sn, Woodsches Metall od. dgl., besteht, die vorzugsweise auf das Trägerrohr (36) abgelagert ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schmelzpunkt des Metalls bzw. der Legierung der Wärmekontakteschicht (38) bei Temperaturen unterhalb des Erweichungspunktes oder Schmelzpunktes des aufgebrachten Targetmaterials liegt.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Metall der Wärmekontakteschicht (38) einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, der größer als der des Targetmaterials ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf das Trägerrohr (36) in axialer Richtung aufeinanderfolgend, insbesondere in vorbestimmter Reihenfolge, Ringe (37, 37', 37'') gegebenenfalls unterschiedlicher Breite aus unterschiedlichem Targetmaterial aufgezogen sind.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der im Inneren des Trägerrohrs und dessen Längsachse insbesondere kontinuierlich rotierbare, z. B. von einer rotierbaren Welle getragene, und vom Kühlmedium umströmte Permanentmagnete angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Magnete (31) mit in Längsrichtung des Trägerrohrs (36) alternierend entgegengesetzter Richtung ihres Magnetfeldes innerhalb des Trägerrohrs (36) angeordnet sind und daß die zylindrische oder polygonale Mantelflächen besitzenden Magnete (31) parallele und im Winkel (α) zur Längsrichtung der Elektrode (6) bzw. Welle (30) geneigt verlaufende Endflächen (44) besitzen, wobei die einander zugewandten Endflächen (44) aufeinanderfolgender Magnete (31) entgegengesetzte Magnetpole aufweisen.
7. Sputterverfahren zum Sputtern mit einer Magnetron- bzw. Sputterkathodenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, vorzugsweise zum Besputtern von gekrümmte Bereiche aufweisenden Flächen, z. B. den Innenflächen von Hohlkörpern, wobei die zu besputternde Fläche und die Kathodenanordnung, die ein Trägerrohr umfaßt, auf das unterschiedliche Targetmaterialien aufgebracht sind, einer gegenseitigen Relativbewegung unterworfen werden und wobei vorzugsweise die Kathodenanordnung lagefest gehalten und die Fläche bzw. der die Fläche tragende Körper bewegt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kathodenanordnung, auf deren Trägerrohr mehrere in axialer Richtung des Trägerrohrs aufeinanderfolgende Ringe aus unterschiedlichem Targetmaterial aufgezogen werden, und die zu besputternde Fläche einer gegenseitigen Relativbewegung in Längsrichtung der Kathodenanordnung bzw. des Trägerrohrs unterworfen werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Relativbewegung zwischen der Kathodenanordnung und der zu besputternden Fläche eine Pendelbewegung ist, deren Hub größer als die Breite eines Ringes, insbesondere des breitesten vorhandenen Ringes, aus Targetmaterial gewählt ist.
9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Relativbewegung eine Verschiebebewegung ist und eine Vorschubbewegung des die zu besputternde Fläche tragenden Körpers in bezug auf die Längsrichtung der Kathodenanordnung umfaßt, der eine Pendelbewegung überlagert ist.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9 mit einer Verstelleinrichtung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kathodenanordnung (6) und/oder die zu besputternde Fläche (19) von der von einer in Längsrichtung des Trägerrohrs (36) eine Vorschub- und/oder Hin- und Herbewegung (Pendelbewegung) ausführenden Trägereinrichtung gebildeten Verstelleinrichtung (18), die gegebenenfalls von einer Förder- bzw. Antriebseinrichtung (18') betätigbar ist, getragen bzw. mit dieser verbunden sind (ist).
11. Rohrförmiges Target, insbesondere für stabförmige Magnetron- bzw. Sputterkathodenanordnungen mit einem Trägerrohr für das Targetmaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 6 oder zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen dem Trägerrohr (36) des rohrförmigen Targets und dem Targetmaterial zumindest eine vorzugsweise 5 bis 50 µm, insbesondere 10 bis 20 µm, dicke Wärmekontakteschicht (38) aus weichem bzw. verformbarem, insbesondere mit einer Härte < 20 MHV, niedrig schmelzendem, gut wärmeleitendem Metall oder einer entsprechenden Legierung, z. B. In, Ga, Pb, Woodsches Metall od. dgl., vorgesehen ist, wobei auf das Trägerrohr (36) in axialer Richtung zumindest ein, vorzugsweise eine Anzahl aufeinanderfolgender, gegebenenfalls aus unterschiedlichen Targetmaterialien bestehender, gegebenenfalls unterschiedliche Breite besitzende(r) Ring(e) aufgebracht ist, wobei der (die) Ring(e) vorzugsweise in warmem Zustand auf das Trägerrohr (36) aufgezogen und nach dem Abkühlen im

AT 392 291 B

Betriebszustand mit Preßsitz auf dem Trägerrohr (36) bzw. der Wärmekontaktschicht (38) angeordnet ist (sind) und wobei gegebenenfalls das Metall der Wärmekontaktschicht(en) (38) einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, der größer als der des Targetmaterials ist.

5

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen

Ausgegeben

25. 02.1991

Int. Cl.⁵: C23C 14/34

Blatt 1

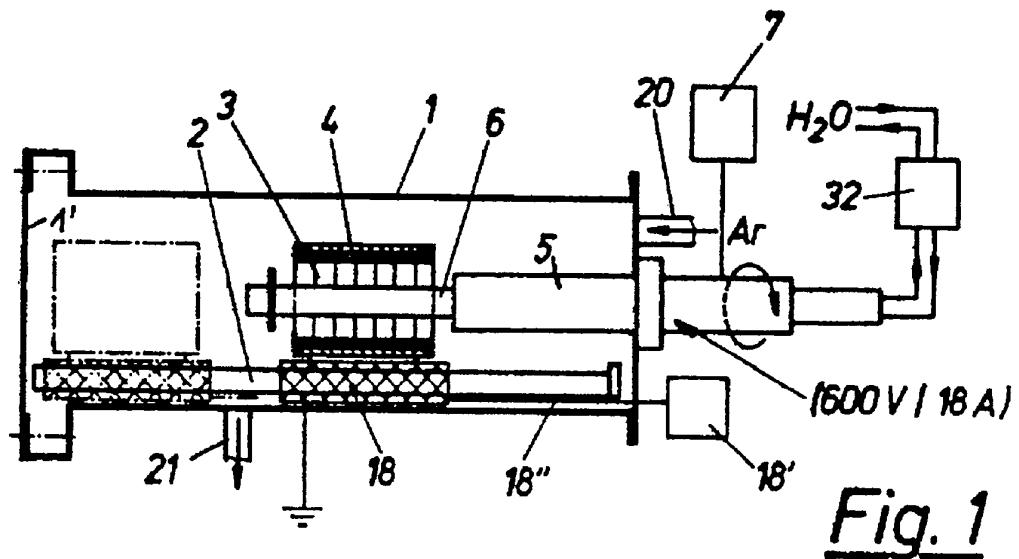


Fig. 1

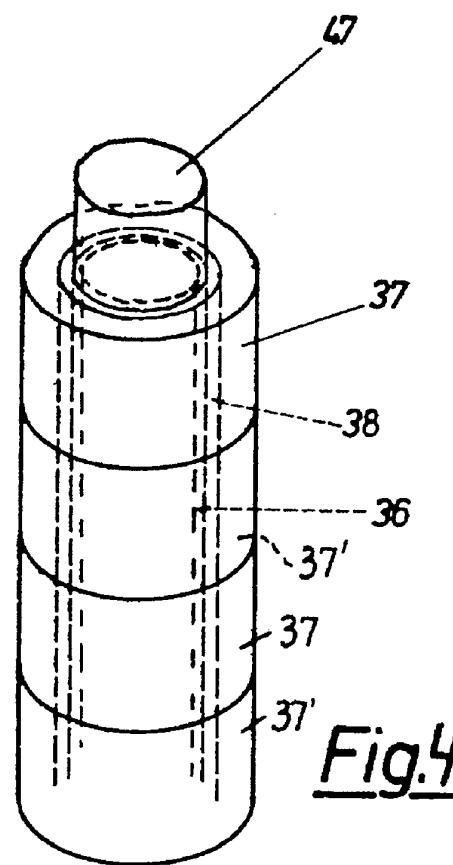


Fig. 4

Ausgegeben

25. 02.1991

Int. Cl.⁵: C23C 14/34

Blatt 2

