

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 50087/2023
(22) Anmeldetag: 16.05.2023
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.08.2024
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2024

(51) Int. Cl.: **C23C 14/00** (2006.01)
B22F 5/00 (2006.01)
B22F 3/02 (2006.01)
C22C 9/00 (2006.01)
H01J 37/34 (2006.01)

(56) **Entgegenhaltungen:**

WO 0236846 A2
WO 2022046356 A1
DE 202006018079 U1
DE 102006026005 A1
WO 2005108646 A2

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Plansee Composite Materials GmbH
86983 Lechbruck am See (DE)

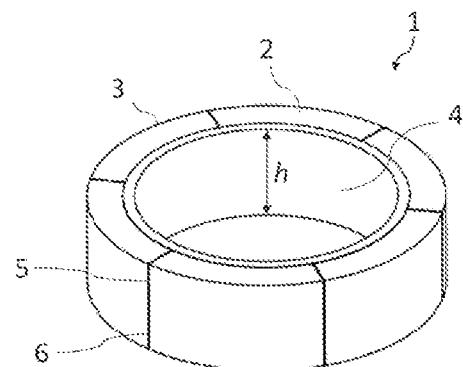
(72) Erfinder:
Polcik Peter
86983 Lechbruck am See (DE)
Perl Matthias
86983 Lechbruck am See (DE)
Wolff Marcus
86983 Lechbruck am See (DE)

(74) Vertreter:
Ciesla Bettina
6600 Reutte (AT)

(54) **Segmentiertes Ringtarget**

(57) Die Erfindung betrifft ein Target (1), umfassend ein Targetmaterial und ein damit verbundenes Stützelement, dadurch gekennzeichnet, dass das Targetmaterial als äußerer Ring (3) ausgestaltet ist, wobei der äußere Ring (3) in Umlaufrichtung in zwei oder mehr Segmente (2) geteilt ist, die aus einem spröden Werkstoff mit einer plastischen Bruchdehnung bei 20 °C von kleiner gleich 2% bestehen, wobei das Stützelement als innerer Ring (4) ausgestaltet ist und aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht sowie ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Targets (1).

Fig. 1



Beschreibung

SEGMENTIERTES RINGTARGET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein segmentiertes Ringtarget. Die vorliegende Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Targets.

[0002] Im Stand der Technik sind Targets zur Anwendung in physikalischen Gasphasenabscheidungsprozessen (PVD-Prozessen) bekannt, mit deren Hilfe Schichten aus der Gasphase abgeschieden werden, wie beispielsweise das Lichtbogenverdampfen oder auch das Zerstäuben, im Folgenden auch Sputtern genannt. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere Sputter-Targets, wie sie in einem PVD Sputterprozess zur Abscheidung von Schichten auf ein dafür vorgesehenes Substratmaterial verwendet werden. Derartige Sputter-Targets umfassen stets das Targetmaterial und in Abhängigkeit vom Targetmaterial optional ein damit, gegebenenfalls über eine Anbindungsschicht, verbundenes, typischerweise als Rückplatte ausgestaltetes, Stützelement.

[0003] Bei den meisten Sputter-Targets handelt es sich um sogenannte Planar-Targets, die kreisförmig oder rechteckig ausgebildet sein können. Diese Planar-Targets haben jedoch den Nachteil, dass nur etwa 30% bis 40% des Materials, aus dem sie bestehen, effektiv gesputtert werden.

[0004] Um die Effektivität des Sputterns zu erhöhen, kommen immer mehr rohrförmige Targets zum Einsatz. Allerdings ist ihre Herstellung technologisch schwieriger als die Herstellung von planaren Targets. Dies ist insbesondere der Fall, wenn die rohrförmigen Sputter-Targets aus spröden Werkstoffen bestehen oder spröde Werkstoffe enthalten.

[0005] Targets werden während ihres Einsatzes in einer Beschichtungsanlage mechanischen und thermomechanischen Belastungen ausgesetzt, die zu Biege- und/oder Zugspannungen führen können. Insbesondere die industriell geforderte Verfahrensführung mit hohen Leistungsdichten zur Beschleunigung der Beschichtungsverfahren durch höhere Abscheideraten erfordert eine sehr gute Kühlung, um thermische Belastung und dadurch induzierten mechanischen Stress, bzw. Spannungen, die zum Bruch von Targets aus spröden Werkstoffen führen können, zu verringern. Die Verwendung von Kühlmitteln, typischerweise Wasser bei hohem Druck, erzwingt die Ausstattung der Targets mit einem innenseitig angeordnetem Stützelement, typischerweise einem Innenrohr als kühlmittelführende Trägerstruktur, auf dem das Targetmaterial aufgebracht ist. Der Druck des Kühlwassers auf die Innenseite des Kühlrohres kann zu dessen Ausdehnung führen, wodurch das darauf ruhende Targetmaterial, durch elastische Verformung mechanisch belastet wird und beschädigt werden kann.

[0006] Ein solches Stützelement kann auch zusätzlich als Wärmesenke dienen, d.h. durch das Aufbringen eines Stützelements mit einer im Vergleich zum Beschichtungsmaterial erhöhten Wärmeleitfähigkeit kann die im Beschichtungsprozess entstehende Wärme besser abgeführt werden. In einem solchen Fall wird die gesamte Anordnung aus Targetmaterial und Stützelement als Target bezeichnet. Solche Stützelemente/Wärmesenken können mittels unterschiedlicher Verfahren auf Beschichtungsmaterialien mit geringer Zähigkeit (sprödes Materialverhalten) aufgebracht werden, wie Weichlöten oder Hartlöten mit bekannten Loten. Es ist jedoch eine besondere technische Herausforderung, das Targetmaterial im Falle eines rohrförmigen Targets mit dem Stützelement/-rohr zu verbinden, da das Targetmaterial nicht über die pulvermetallurgische Route, wie üblich für spröde Werkstoffe, einfach als Rohr hergestellt werden kann.

[0007] In typischen industriellen Ausführungen rohrförmiger Targets werden diese im Fall von duktilen Metallen bzw. Metalllegierungen meistens monolithisch und somit ohne ein Stützelement ausgeführt bzw. für den Fall einer potenziellen Korrosion im Kontakt zum Kühlmedium mit Korrosionsschutzschichten wie z.B. galvanisch aufgetragenen Nickelschichten versehen. Bei metallischen Werkstoffen mit geringer plastischer Bruchdehnung können diese in einem heißisostatischen Pressverfahren (HIP) auf das Trägerrohr mit höherer Festigkeit bzw. Bruchdehnung in Kombination mit dem Verdichtungsprozess aus pulverförmigen Komponenten während des HIP Prozesses aufgebracht werden. In weiteren Ausführungen von Targets aus Metallen bzw. Metalllegierungen können diese durch Aufschumpfen unter Nutzung der Ausdehnung des Targetrohrs

durch Erwärmen und Schrumpfen des Stützelementrohrs durch Abkühlung ineinander eingeführt und durch Angleichen an die Raumtemperatur über die Schrumpfpassung ohne Verwendung von Zwischenschichten verbunden werden. Eine weitere typische Ausführung für spröde Targetwerkstoffe besteht aus einem rohrförmigen Target, das einen merklich größeren Innendurchmesser hat als der Außendurchmesser des Stützelementrohres und in der, der dadurch entstandene Raum zwischen den beiden Bestandteilen mit flüssigem Indium oder anderem niedrigschmelzenden Lot ausgefüllt und zum Erstarren gebracht wird. Der Nachteil diese Ausführung liegt, wegen des niedrigen Schmelzpunkts des Lotwerkstoffes, in dem eingeschränkten Vermögen hohe thermische Belastungen zu ertragen, die durch hohe Sputterleistungen entstehen können.

[0008] Die WO 2017/088842 A1 schlägt eine zylindrische Kathode zur Abscheidung von Schichten im PVD-Verfahren vor, umfassend einen rohrförmigen Zentralträger mit einem an seinem Umfang angeordneten Target, wobei der Zentralträger zumindest im Bereich des Targets mit einem Strömungsraum versehen ist, welcher von dem Target durch ein elastisches Rohr getrennt ist. Für den Fall, dass das Target aus spröden, schwer zu bearbeitenden Materialien hergestellt ist, beispielsweise TiB_2 oder B_4C , wird das Targetmaterial in Form von Ringen hergestellt und diese nebeneinander auf das Rohr aufgeschoben. Das dünne elastische Rohr verformt sich bei Druckbeaufschlagung durch das Kühlwasser im Betrieb und passt sich so der Innenseite der Ringe an. Der WO 2017/088842 A1 gelingt es damit Lot- oder Klebeschichten, die aufgrund ihrer reduzierten thermischen Belastbarkeit den limitierenden Faktor bei der Verwendung hoher Leistungsdichten darstellen, zu vermeiden.

[0009] Wie bereits erwähnt, wird allgemein bei Kühlrohren, insbesondere beim elastischen Rohr der Vorrichtung der WO 2017/088842 A1, eine mechanische Belastung auf die Beschichtungsquelle ausgeübt, was wiederum zu einer Verformung der Beschichtungsquelle bis zu deren Bruch führen kann. Dieser Effekt wird zusätzlich dadurch verstärkt, dass sich die Stärke der Beschichtungsquelle, insbesondere des Beschichtungsmaterials während des Beschichtungsprozesses, verringert. Dies hat zur Folge, dass es noch wahrscheinlicher zum Versagen durch Bruch kommen kann. In der Praxis müssen spröde Werkstoffe der Targets deshalb mit einem Bindemittel, wie beispielsweise Nickel, angereichert werden, um nicht bereits bei Beaufschlagung des Kühlrohres/-membran mit Wasserdruck und vor der eigentlichen Inbetriebnahme zu reißen. Das Bindemittel schlägt sich wiederum in den mit dem Target abgeschiedenen Schichten nieder, was nicht erwünscht ist.

[0010] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein stabileres Target zur Verwendung mit einem rohrförmigen, kühlmittelführendem Stützelement in Abscheidungsverfahren bei hoher Leistungsdichte bereitzustellen.

[0011] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Target, umfassend ein Targetmaterial und ein damit verbundenes Stützelement gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Targetmaterial als äußerer Ring ausgestaltet ist, wobei der äußere Ring in Umlaufrichtung in zwei oder mehr Segmente geteilt ist und aus einem spröden Werkstoff mit einer plastischen Bruchdehnung bei 20 °C von kleiner gleich 2% besteht, das Stützelement als innerer Ring ausgestaltet ist und aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht sowie durch ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Targets gemäß Anspruch 8. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen zu entnehmen, die untereinander frei kombinierbar sind.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Target Targetmaterial und ein damit verbundenes Stützelement auf. Das Target ist ringförmig, da es aus einem äußeren Ring aus Targetmaterial und einem damit verbundenen inneren Ring als Stützelement aufgebaut ist. Geometrisch hat das Target die Form eines Ringes, d.h. die Form eines speziellen Hohlzylinders mit einem Außenradius R , einem Innenradius r und einer Höhe h , wobei die Höhe h des Hohlzylinders geringer ist als der Außenradius R und der Außenradius R und der Innenradius r konzentrischen Kreisen zugeordnet werden. Ein derartiger spezieller Hohlzylinder wird auch als Lochscheibe mit konzentrischer, kreisförmiger Öffnung bezeichnet. Die Wanddicke b ergibt sich aus der Differenz zwischen Außenradius und dem Innenradius: $b = R - r$.

[0013] R liegt typischerweise im Bereich von 40 mm bis 300 mm und r im Bereich von 30 mm bis

290 mm mit der Maßgabe, das b im Bereich von 10 mm bis 50 mm liegt. Die Höhe h liegt in einem Bereich von 10 mm bis 100 mm. Das Verhältnis der Targetmaterialdicke h_s zur Kupferringdicke liegt typischerweise in einem Bereich von 1:1 bis 10:1.

[0014] Die Höhe des Innenrings kann um 0,01 mm bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,2 mm bis 0,6 mm größer als die Breite b_s der Segmente des äußeren Rings aus dem Targetmaterial sein. Dies macht es möglich einen definierten Spalt zwischen den zu einer Anordnung auf einem Kühlrohr aufgebauten Ringtargets zu erreichen.

[0015] Das Targetmaterial ist als äußerer, in Umlaufrichtung unterbrochener Ring ausgeführt und besteht aus einem spröden Werkstoff, wobei der Ring in zwei oder mehr Segmente geteilt ist und das Stützelement als innerer Ring aus hintergossenem Kupfer oder Kupferlegierung ausgeführt ist.

[0016] Die Segmentierung des Ringes aus dem Targetmaterial macht es möglich die Werkstoffe des Targetmaterials und des Stützelementes dauerhaft zu verbinden und das auf eine Weise die den Bauteilbeanspruchungen im Einsatz als Sputtertarget mit hohen Leistungen und somit hohen, ggf. zyklischen thermomechanischen Beanspruchungen standhält. Kupfer und Kupferlegierungen, die hier zum Einsatz als Stützelement kommen, besitzen einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten (CTE) in der Größenordnung von $16,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Die Ausdehnungskoeffizienten, der hier betrachteten spröden Werkstoffe, insbesondere keramischen Werkstoffen, liegen im Bereich von $5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und somit um einen Faktor von ca. 2 niedriger. Dieser Unterschied in den CTE-Werten muss durch die mehrteilige Ausführung des äußeren Ringes aus dem Targetmaterial berücksichtigt werden, da dieser in der Abkühlungsphase, des über das Hintergießen aus schmelzflüssigem Kupfer bzw. Kupferlegierung angebrachten inneren Ringes weit weniger schrumpft als das Kupfer bzw. die Kupferlegierung. Aus diesem Grund müssen zwischen den einzelnen Ringsegmenten vor dem Hintergießprozess definierte Spalte (Ausparungen), bevorzugt mit Hilfe von Füllmaterial aus kompressiblen Grafitfolien, eingestellt werden. Die Breite der anzubringenden Spalte ist eine Funktion der Anzahl der Ringsegmente als auch des Unterschiedes zwischen den CTE-Werten des Targetmaterials und des verwendeten Kupferwerkstoffes.

[0017] Die Verwendung von Kupfer bzw. einigen Kupferlegierungen ist vorteilhaft angesichts der niedrigen Streckgrenze dieser Werkstoffe bei hohen Temperaturen. Dies macht es möglich, dass ein großer Anteil der Spannungen, die beim Abkühlen in der Kontaktzone zwischen dem Targetmaterial und dem Stützelement entstehen, resultierend aus den erwähnten Unterschieden in den CTE-Werten, durch plastische Verformung abgebaut werden können.

[0018] Durch die Segmentierung ist es deshalb möglich eine Beschichtungsquelle mit einem Beschichtungsmaterial aus einem spröden Werkstoff zu fertigen und die Beschichtungsquelle stabil, d.h. ohne strukturellen Ausfall, wie z.B. Reißen oder Brechen, des Targetmaterials, bei sehr hohen Leitungsdichten zu betreiben. Insbesondere ist zu erwähnen, dass durch die direkte Anbindung des Targetmaterials an das Stützelement, ohne den Einsatz von niedrigschmelzenden Loten, die thermische Stabilität des Targets sehr hoch ist und prinzipiell bis zum drastischen Abfall der Streckgrenze des Kupfers bei Temperaturen knapp vor dem Schmelzpunkt des Kupfers bzw. der eingesetzten Kupferlegierung stabil ist.

[0019] Das Targetmaterial besteht aus einem spröden Werkstoff. Als spröde werden im Rahmen dieser Beschreibung diejenigen Werkstoffe angesehen, die nahe der Elastizitätsgrenze ohne oder mit nur geringer plastischer Verformung brechen. Diese Werkstoffe und damit auch die daraus hergestellten Sputter-Targets haben also nur ein geringes plastisches Verformungsvermögen.

[0020] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung sind spröde Werkstoffe, Werkstoffe mit einer Bruchdehnung bei Raumtemperatur (20 °C) von kleiner gleich 2%, bevorzugt kleiner gleich 1% und weiter bevorzugt kleiner gleich 0,2%.

[0021] Geeignete spröde Werkstoffe für die Zwecke der vorliegenden Erfindung sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus keramischen Werkstoffen, metallischen Werkstoffen, halbmetal-

lischen Werkstoffen, intermetallischen Phasen sowie Mischungen aus diesen Werkstoffen.

[0022] Bevorzugte spröde Werkstoffe sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus gegebenenfalls mit Kohlenstoff dotierten Boriden, Nitriden, Karbiden, Siliziden, Oxiden, aus Chrom, Chrom-Legierungen mit einem Chromanteil von mindestens 50 at% Chrom, metallischen Werkstoffen, halbmimetallischen Werkstoffen, intermetallischen TiAl Phasen, intermetallischen AlCr Phasen sowie Mischungen aus diesen Werkstoffen.

[0023] Insbesondere bevorzugte spröde Werkstoffe sind ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus, TiB_2 , VB_2 , W_2B_5 , CrB_2 , TaB_2 , WC, WC/C, TiC, SiC, SiC/C, B_4C , B_4C/C , TiN, AlN, $TiSi_2$, $CrSi_2$, $MoSi_2$, Cr, Si, Ge und Mischungen aus diesen vorgenannten Werkstoffen.

[0024] Damit eine stabile Prozessführung beim Sputtern gewährleistet ist, weist das Targetmaterial typischerweise eine Dichte höher als 80% der theoretischen Dichte auf, bevorzugt höher als 90%, weiter bevorzugt höher als 95%, weiter bevorzugt 98% bis 100%. Die für die jeweilige Zusammensetzung des Targetmaterials geltende theoretische Dichte wird definitionsgemäß aus der mit den Molanteilen gewichteten Mittelwertbildung der theoretischen Dichten der einzelnen Phasenbestandteile berechnet. Die tatsächliche Dichte des Targetmaterials wird über das Archimedes-Prinzip bestimmt.

[0025] Vorzugsweise ist der äußere Ring in 2 bis 16, weiter bevorzugt in 4 bis 12 und weiter bevorzugt in 6 bis 8 Segmente geteilt. Bei der Aufteilung des Rings aus dem Targetmaterial in die einzelnen Segmente ist ein Optimum anzustreben zwischen folgenden untereinander konkurrierenden Merkmalen: Minimierung der Spannungen in der Kontaktzone zwischen dem Targetmaterial und dem Stützring durch möglichst viele Segmente, Einfachheit der Gestaltung der Anordnung beim Hintergießen mit dem Kupfer bzw. Kupferlegierung durch möglichst wenige Segmente, Wirtschaftlichkeit der Fertigung durch eine optimale, endkonturnahe Fertigung der Segmente aus dem Targetmaterial, was bei der Teilung in 6 bis 8 Segmente am besten gegeben ist.

[0026] Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung weisen alle Segmente eines Ringes die gleichen Abmessungen auf. Dies hat den Vorteil, dass Segmente zur Herstellung des ringförmigen Targets aus verschiedenen Targetmaterialien, wie in einem Baukasten, bereitgestellt werden können und dann untereinander beliebig kombiniert werden können. In einer Ausführungsform weist ein derartiges Target nur Segmente aus demselben Targetmaterial auf. In einer anderen Ausführungsform weist das Target Segmente aus unterschiedlichen Targetmaterialien auf. Dies hat den Vorteil, dass verschiedene Materialien auf einem gemeinsamen Target simultan bzw. co-gesputtert werden können und die Zusammensetzung der Materialien auf den Bedarf der abzuscheidenden PVD-Schicht zugeschnitten werden kann.

[0027] Es ist ferner möglich, dass ein erfindungsgemäßes Target Grafitfolie zwischen zugewandten Flächen zweier in Umlaufrichtung angrenzender Segmente aufweist. Diese Grafitfolie stammt aus der Herstellung des Targets und kann verwendet werden, um ein Eindringen hintergossenen, flüssigen Kupfers/Kupferlegierung in Aussparungen zwischen in Umlaufrichtung angrenzender Segmente bei der Herstellung des Targets zu verhindern. Bevorzugt handelt es sich bei der Grafitfolie um eine komprimierbare Folie mit einer Dicke von 0,2 mm bis 1,5 mm. Derartige komprimierbare Grafitfolien werden durch Hersteller von Grafitwerkstoffen als Standardware vertrieben. Nach der Herstellung, im abgekühlten und geschrumpften Zustand des hintergossenen Kupfers/-legierung, weist ein entsprechend hergestelltes Target deshalb Grafit gefüllte Aussparungen in einem Bereich von 0,01 mm bis 0,8 mm auf. Bevorzugt liegen die mit Grafit gefüllten Aussparungen zwischen den Segmenten in einem Bereich von 0,2 bis 0,6 mm.

[0028] Das als innerer Ring ausgeführte Stützelement besteht aus im Wesentlichen reinem, hintergossenem Kupfer oder einer Kupferlegierung und zeigt eine mittlere Korngröße $> 0,5$ mm, bevorzugt > 1 mm, besonders bevorzugt > 2 mm. Der Fachmann kann ferner (an einem Querschliff des Stützelementes) eine grobkörnige Kristallstruktur erkennen, die typisch für aus der Schmelze erstarrtes Kupfer/-legierung ist. Diese(s) zeigt keine Merkmale eines umgeformten, texturierten Werkstoffs.

[0029] Unter Kupferlegierungen werden hierin Legierungen mit Kupfer verstanden, wobei Kupfer

den Hauptbestandteil darstellt und der Gesamtanteil von Legierungselementen < 50 wt. %, bevorzugt < 10 wt. % und besonders bevorzugt < 5 wt. % ist. Beispielhaft für Kupferlegierungen sind folgende Kupfer-Gusswerkstoffe: CuCr, CuCrZr, CuZn, CuSn, CuSnZn, CuAl, CuMnAl, CoNi und CuMg.

[0030] Das Hintergießen mit Kupfer/Kupferlegierung bietet eine auch bei hohen Leistungsdichten erprobte stabile Anbindung des Targetmaterials an das Stützelement. Ähnlich wie der WO 2017/088842 A1, gelingt es der vorliegenden Erfindung auf den Einsatz von klassischen Lot- oder Klebeverbindungen zwischen Kühlelement und Targetmaterial vollständig zu verzichten. Die Ringsegmente grenzen in der vorliegenden Erfindung unmittelbar an den Innenring an oder sind, für den Fall, dass es sich bei Segmenten aus TiB_2 oder einer TiB_2 -basierten Keramik handelt, vorteilhafterweise über eine titanhaltige Zwischenschicht mit dem Innenring verbunden. Unter einer TiB_2 -basierten Keramik wird vorliegend eine Keramik verstanden, die mindestens 50 mol% TiB_2 , bevorzugt mindestens 70 mol% TiB_2 und besonders bevorzugt mindestens 80 mol% TiB_2 enthält. Gleichzeitig gelingt es der vorliegenden Erfindung durch die spezielle Ringform des Targets, die Segmentierung des Targetmaterials und die Ausstattung mit einem ringförmigen Stützelement den Einfluss des Drucks von eingesetztem Kühlwasser entgegenzuwirken und erlaubt somit das Target bei extrem hohen Leistungsdichten und entsprechend hohen Kühlraten ohne Ausfallserscheinungen, wie Reißen oder Brechen, zu betreiben, ohne der Notwendigkeit das Targetmaterial mit Bindern, wie Nickel, anzureichern und damit die Duktilität steigern zu müssen. Durch die Segmentierung des Targetmaterials erreicht man auch einen sehr hohen Widerstand des Targets gegen die im industriellen Sputterbetrieb auftretenden zyklischen thermomechanischen Beanspruchungen, die im Dauereinsatz ansonsten zur Schädigung durch Materialermüdung führen können.

[0031] Da sich durch den Druck des Kühlwassers die Außenwand der Kühlvorrichtung, typischerweise ein Kupferrohr oder eine elastische Kupfermembran, wie im Falle der WO 2017/088842 A1, ausdehnt, bilden die ringförmigen Targets der vorliegenden Erfindung eine kraftschlüssige Verbindung mit der Außenwand der Kühlvorrichtung und müssen nicht stoffschlüssig mit der Außenwand der Kühlvorrichtung verbunden werden. Durch die besonders hohe, dank dieser Erfindung vorliegende Festigkeit des ringförmigen Targets, kann der Druck in dem Kupferrohr bzw. der elastischen Kupfermembran sehr hoch gewählt werden, um auf diese Weise eine höhere Wärmeübergangszahl zu erreichen, ohne dass die Gefahr des spröden Bruches des Targetrings besteht.

[0032] Zudem bietet die Erfindung den Vorteil, dass verschiedenen Ringe in Kombination auf ein Target tragendes Kühlrohr einer Anlage arrangiert werden können oder Ringe mit unterschiedlichen Werkstoffsegmenten kombiniert werden können.

[0033] Die vorliegende Erfindung umfasst auch ein Verfahren zur Herstellung eines hierin beschriebenen ringförmigen Targets.

[0034] Zunächst werden Ringsegmente aus einem spröden Werkstoff mit einer plastischen Bruchdehnung bei Raumtemperatur von kleiner gleich 2% bereitgestellt. Siehe dazu die Definition der Bruchdehnung in DIN EN ISO 6892-1:2019. Die Herstellung aus spröden Werkstoffen erfolgt typischerweise über die pulvermetallurgische Route. Dabei wird das Targetmaterial mit Druck, Wärme oder Druck und Wärme verdichtet und zu einer Dichte höher als 80% der theoretischen Dichte, bevorzugt höher als 90% und weiter bevorzugt höher als 95% der theoretischen Dichte verdichtet.

[0035] Gängige, im Stand der Technik bekannte Verfahren zur Verdichtung des Materials, sind Sintern, Drucksintern, Heißisostatisches Pressen, Heißpressen, Spark Plasma Sintern und das sowohl in Schutzgasatmosphäre, reduzierender Atmosphäre, wie z.B. in Wasserstoff, oder im Vakuum.

[0036] Die Formgebung der Segmente kann zum Zwecke der vorliegenden Erfindung durch direktes Verdichten des Targetmaterials in einer korrespondierenden Form erreicht werden, es können Segmente durch Zertrennen eines aus verdichtetem Targetmaterial geformten Ringes

aus einer korrespondierenden Form hergestellt werden oder es kann vorzugsweise ein Flächengebilde des Targetmaterials, beispielsweise in Form einer rechteckigen oder runden Platte, hergestellt werden, aus dem die Segmente einzeln herausgetrennt werden. Das Zer- bzw. Heraustrennen der Segmente erfolgt vorzugsweise durch Funkenerosion-basierte Verfahren wie das Drahterodieren oder durch mechanische Trennverfahren wie das Trennschleifen. Das erstgenannte Verfahren eignet sich hierbei nur für elektrisch leitfähige Werkstoffe. Weiter bevorzugt werden die Segmente durch Drahterodieren aus einer Platte des verdichteten Targetmaterials hergestellt. Vorteilhafterweise entspricht die Dicke einer derartigen Platte der Breite b_s der Segmente. Die genaue Dicke der Platte kann gegebenenfalls durch mechanische Bearbeitung der Platte, vorteilhafterweise durch Schleifen der Platte, nach dem Verdichten eingestellt werden. Auf diese Weise können präzise geformte Segmente mit sehr guter Dichte-Homogenität und hoher Dichte in hoher Stückzahl und optimalem endkonturnahen Materialeinsatz gefertigt werden.

[0037] Darauf folgt ein Schritt des Anordnens der Ringsegmente zu einem durch Aussparungen in Umlaufrichtung unterbrochenem, äußeren Ring in einer zum Target korrespondierenden Form, vorzugsweise aus Grafit mit einem inneren Stempel, wobei die Aussparungen zwischen den Ringsegmenten derart dimensioniert werden, dass sie nach einem Zusammenziehen durch Abkühlung eines durch Hintergießen mit flüssigem Kupfer oder flüssiger Kupferlegierung hergestellten inneren Rings Abstände zwischen 0,01 bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,2 bis 0,6 mm zwischen den Segmenten aufweisen.

[0038] Die Abmessung der Aussparungen (Spalte) kann vom Fachmann berechnet werden. Die Breite der anzubringenden Spalte ist eine Funktion der Anzahl der Ringsegmente als auch des Unterschiedes zwischen den CTE-Werten des Targetmaterials und des verwendeten Kupferwerkstoffes.

[0039] Diese Beziehung kann durch folgende Formel dargestellt werden:

$$S_B = (2 \times 3,14 \times R_{KZ} \times (CTE_{Cu} - CTE_{TM}) \times 1000K) / N,$$

wobei S_B die Spaltbreite, R_{KZ} der Radius der kreisförmigen Kontaktzone zwischen dem Targetmaterial und dem Stützelement, CTE_{Cu} und CTE_{TM} die Ausdehnungskoeffizienten von Kupfer/-legierung bzw. dem Targetmaterial sind und N die Anzahl der Ringsegmente aus denen das Targetmaterial besteht. Die 1000 K entsprechen grob dem Erstarrungsintervall des Kupfers bzw. der Kupferlegierung. Die Formel berechnet den aus den CTE-Unterschieden resultierenden Unterschied an dem Ausmaß der Schrumpfung entlang des Umfangs, an dem die beiden Werkstoffe miteinander verbunden sind, in der Phase der Abkühlung der erstarrender Kupferschmelze und dividiert diesen durch die Anzahl der zu berücksichtigenden Spalte.

[0040] Das Verfahren umfasst vorteilhafterweise einen Schritt des Positionierens einer komprimierbaren Grafitfolie mit einer Dicke von 0,2 bis 1,5 mm in den Aussparungen zwischen den Segmenten in Umlaufrichtung. Dadurch kann ein Eindringen flüssigen Kupfers oder flüssiger Kupferlegierung in die Aussparungen zwischen den Segmenten in Umlaufrichtung unterdrückt bzw. verhindert werden.

[0041] Darauf folgt ein Schritt des Hintergießens des äußeren Rings mit flüssigem Kupfer oder einer flüssigen Kupferlegierung. Unter Hintergießen versteht man die schmelzmetallurgische Aufbringung eines Materials auf ein Grundmaterial, hier das Targetmaterial, welches bei den verwendeten Prozessparametern stets im festen Aggregatzustand vorliegt.

[0042] Beim Hintergießen werden die angeordneten Segmente des Targetmaterials, sowie optional Grafitfolie, mit festem Kupfer oder Kupferlegierung, beaufschlagt. Vorzugsweise liegt das Kupfer oder die Kupferlegierung stückig vor, weiter bevorzugt in Form von Masseln. Die erforderliche Menge lässt sich errechnen aus der Dichte des Kupfers ($8,96 \text{ g/cm}^3$) bzw. der Kupferlegierung und dem Volumen zwischen den Innenwänden der zu einem Ring zusammengebauten Targetsegmente und dem Außendurchmesser des Grafitzylinders (Stempel), der in die Hintergießform eingebaut ist, und der Höhe der Targetringe mit einem Aufschlag von bevorzugt mindestens 2 mm, um ein Übermaß für die später zu erfolgende mechanische Bearbeitung des hintergesessenen Rohlings zum fertigen Target zu haben.

[0043] Darauf folgt ein Schritt des Einbringens der mit den Segmenten, Kupfer oder Kupferlegierung sowie gegebenenfalls Grafitfolie bestückten Form in einen Ofen. Das vorerst noch nicht kompakte Bauteil und stoffschlüssig verbundene Target wird unter geeigneter Prozessatmosphäre, wie Vakuum, H_2 , N_2 oder Edelgas wie Ar, eventuell mit einer Rampenfunktion erhitzt, bis das aufliegende Material bestehend aus Kupfer oder einer Kupferlegierung schmilzt und dabei den Zwischenraum zwischen dem nichtschmelzenden Targetmaterial und dem im Zentrum der Form vorliegenden Grafitzylinder ausfüllt und die Innenseite der Segmente des Targetmaterials benetzt. Beispielsweise liegt der Schmelzpunkt für reines Kupfer bei 1085°C . Die Temperatur des Ofens ist so zu wählen, dass die Temperatur über dem Schmelzpunkt des Kupfers bzw. über der Liquiduslinie der Kupferlegierung im Phasendiagramm liegt, vorzugsweise über 50°C bis 100°C darüber. Beim Hintergießen muss der Ofen für eine ausreichende Zeitspanne auf einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes bzw. der Liquiduslinie gehalten werden, sodass sich eine vollständige Schmelze des aufliegenden Kupfers oder der Kupferlegierung ausbilden kann.

[0044] Nach einer gewünschten Haltezeit oberhalb des Schmelzpunkts wird der Ofen wiederum auf unterhalb des Schmelzpunkts von Kupfer oder der Kupferlegierung abgekühlt. Die Abkühlung erfolgt bevorzugt durch Absenken des Bauteils aus der heißesten Zone des Ofens in die kältere Zone, um dadurch eine gerichtete Erstarrung ohne Ausbildung von Poren oder Lunkern zu gewährleisten. Es bildet sich eine stabile Anbindung zwischen den Segmenten und dem Kupfer/-legierung aus. Das abgekühlte Target zeigt nach Erstarrung des Kupfers oder der Kupferlegierung einen ersten Teil bestehend aus Targetmaterial das als äußerer Ring ausgestaltet ist, wobei der äußere Ring in Umlaufrichtung in zwei oder mehr Segmente geteilt ist und aus einem spröden Werkstoff mit einer plastischen Bruchdehnung bei 20°C von kleiner gleich 2% besteht, und einen zweiten Teil der als Stützelement als innerer Ring ausgestaltet ist und aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht.

[0045] Typischerweise folgt hierauf ein Schritt der mechanischen Bearbeitung bzw. Nachbearbeitung des erstarrten Targets, insbesondere auf die finalen Abmessungen, durch Drehen, Fräsen, Schneiden, Schleifen, Läppen, insbesondere durch Drehen oder Fräsen.

[0046] Es können im Anschluss auch Schweiß-, Löt-, Füge-, Aufschumpf- oder Klebverfahren am Target, insbesondere zur Bestückung eines Kühlrohres, vorgenommen werden. Des Weiteren kann das Target im Anschluss graviert werden. Neben der mechanischen Bearbeitung des Targets können auch thermische Nachbehandlungen des Targets erfolgen, wie beispielsweise Glühen oder Glühen und Anlassen, um gewünschte Gefügeeigenschaften, insbesondere des Stützelementes aus Kupfer und insbesondere aus Kupferlegierung zu erreichen, die sich im Hinblick auf die hohe Härte auf diese Weise optimieren können.

[0047] Für den Fall, dass es sich bei den Segmenten um TiB_2 oder eine TiB_2 -basierte Keramik handelt, wird, vorteilhafterweise, die innere Seite des äußeren Ringes vor dem Schritt des Hintergießens mit einer Schicht aus Titan beschichtet. Vorzugsweise wird die Titanschicht in einer Dicke von 10 bis $100\text{ }\mu\text{m}$ aufgebracht, typischerweise durch thermisches Spritzen oder Kaltgas-spritzen, vorzugsweise durch Kaltgasspritzen.

[0048] Weitere Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren.

[0049] Von den Figuren zeigen:

[0050] Fig. 1: eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Ringtargets;

[0051] Fig. 2a: eine Seitenansicht eines Segments zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Ringtargets;

[0052] Fig. 2b: eine Querschnittsansicht eines Segments zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Ringtargets;

[0053] Fig. 2c: eine perspektivische Ansicht eines Segments zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Ringtargets;

[0054] Fig. 3: eine Draufsicht eines erfindungsgemäßen Ringtargets.

[0055] Die Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Target 1 mit einem aus Segmenten 2 gebildeten äußeren Ring 3 und einem inneren Ring 4. Die Segmente 2 sind in Umlaufrichtung des äußeren Rings 3 durch einen Spalt 5 voneinander getrennt. Der Spalt 5 kann mit einer Grafitfolie 6 gefüllt sein. Zudem ist mit h die Gesamthöhe des erfindungsgemäßen Targets gekennzeichnet.

[0056] Figur 2a zeigt ein Segment 2 zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Targets 1 der Figur 1 in seitlicher Ansicht. Das Segment 2 erstreckt sich mit seiner Außenseite 22 entlang eines Abschnitts des äußeren Umfangs des äußeren Rings 3 und ist als Teil eines äußeren Rings 3 kreisbogenförmig ausgeführt. Das Segment 2 weist seitliche Anschlussflächen 21 zum Anschluss an ein benachbartes Segment 2 auf. Die Anschlussflächen 21 sind exemplarisch dem Radius folgend, orthogonal zur Umlaufrichtung orientiert dargestellt. Denkbar ist jedoch auch, dass die Anschlussflächen 21 anders orientiert sind, mit der Maßgabe, dass benachbarte Anschlussflächen 21 benachbarter Segmente 2 parallel zueinander orientiert sind. Durch eine schräge, nicht zum Radius des Ringtargets parallele Anbringung der Anschlussflächen könnte zusätzlich erreicht werden, dass die Spalte, für den Fall, dass diese nicht mit Grafitfolien gefüllt sind, nicht frontal zu dem Plasma in der Beschichtungskammer ausgerichtet sind. Der hier dargestellte Winkel α entspricht für den Fall der hier exemplarisch dargestellten Segmentierung in 6 Segmente etwa 60° und entspringt dem Mittelpunkt der konzentrischen Kreise, die das Target 1 begrenzen, so dass sich das exemplarisch dargestellte Segment 2 in etwa über einen Abschnitt eines Sechstels des äußeren Rings 3 erstreckt. Das Segment 2 beschreibt einen Teil eines mehrere Segmente 2 umfassenden äußeren, in umlaufender Richtung unterbrochenen Ringes 3 eines erfindungsgemäßen Targets 1. Erfindungsgemäß können sich Segmente 2 auch über einen größeren oder kleineren Abschnitt des äußeren Rings 3 erstrecken.

[0057] Wie in Figur 2b dargestellt, weist das Segment 2 senkrecht zur Umlaufrichtung eine rechteckige Querschnittsfläche mit einer Höhe h_s und einer Breite b_s auf.

[0058] Die Figur 2c zeigt eine perspektivische Ansicht des Segments 2 mit einer Innenfläche 23, die sich entlang eines Abschnitts des inneren Umfangs des äußeren Rings 3 erstreckt. Die Innenfläche 23 weist für den Fall, dass es sich bei dem Segment um ein Segment aus TiB_2 oder einer TiB_2 -basierten Keramik handelt eine Schicht aus elementarem Titan auf.

[0059] Die Figur 3 zeigt eine Draufsicht des erfindungsgemäßen Targets 1. Dargestellt sind der Außenradius R und der Innenradius r , der konzentrischen Kreise, die das Target 1 begrenzen. Die Wanddicke b des Targets ergibt sich aus der Differenz $R - r$. Die hier dargestellten Segmente 2 umfassen etwa $1/6$ des äußeren Ringes 3 in Umlaufrichtung zur Herstellung eines Targets 1 mit einem äußeren Ring 3 mit sechs gleichen Segmenten 2, nebst gegebenenfalls herstellungsbedingt graphitgefüllter Spalten 5, 6. Erfindungsgemäß kann ein äußerer Ring 3 auch weniger, vorzugsweise zwei, drei, vier oder fünf oder mehr, vorzugsweise sieben, acht, neun, zehn, elf oder zwölf Segmente 2 umfassen. Die Segmente 2 eines Ringes 3 können auch eine unterschiedliche Ausdehnung in Umlaufrichtung haben. Die angrenzenden Flächen 21 zweier benachbarter Segmente 2 sind typischerweise parallel zueinander ausgerichtet, vorzugsweise dem Radius folgend, orthogonal zur Umlaufrichtung des äußeren Rings 3, damit die Spalte 5 möglichst schmal gehalten werden können.

[0060] Segmente 2 bestehen aus einem wie hierin definierten spröden Werkstoff als Targetmaterial. Ein äußerer Ring 3 kann aus Segmenten 2 aus identischem Targetmaterial oder aus Segmenten 2 aus unterschiedlichen Targetmaterialien bestehen. Das Target 1 der Figur 3 zeigt zudem den aus hintergossenem Kupfer/-legierung bestehenden Innenring 4 in unmittelbarer Anbindung an die Innenfläche 23 der Segmente 2 des äußeren Ringes 3. Im Falle von TiB_2 oder einer TiB_2 -basierten Keramik weist das Target eine titanhaltige Schicht zwischen der Innenseite 23 der Segmente 2 und dem aus Kupfer/-legierung bestehenden Innenring 4 auf (nicht dargestellt). Beim Hintergießprozess geht das Titan weitgehend in Lösung mit dem Kupfer/-legierung und es bildet sich dann eine titanhaltige Zwischenschicht aus, die aus Titan und Kupfer, bzw. Titan und Kupferlegierung besteht.

[0061] Die Höhe des Innenrings 4 kann der Breite b_s der Segmente 2 entsprechen. Es ist jedoch auch möglich, dass die Höhe der Innenrings 4 um 0,01 bis 0,8 mm, vorzugsweise 0,2 bis 0,6 mm größer als die Breite b_s der Segmente 2 des äußeren Rings 3 aus dem Targetmaterial ist. Dies macht es möglich einen definierten Spalt zwischen den zu einer Anordnung auf dem Kühlrohr aufgebauten Targetringen zu erreichen.

HERSTELLUNGSBEISPIELE:

[0062] Für die erfindungsgemäßen Beispiele wurden Segmente, mit $b_s = 30$ mm und $h_s = 22$ mm, aus Targetmaterialien für einen äußeren Ring, wie folgt:

- TiB_2 , sechs identische Segmente, mit einer vor dem Hintergießen über CGS Titanbeschichteten Innenfläche der Segmente
- TiB_2 , drei identische Segmente, mit einer vor dem Hintergießen über CGS Titanbeschichteten Innenfläche der Segmente
- VB_2 , sechs identische Segmente
- W_2B_5 , sechs identische Segmente
- TaB_2 , sechs identische Segmente
- WC, zwei identische Segmente

durch Heißpressen von Pulvern des jeweiligen Targetmaterials zu einer Platte verdichtet, diese anschließend auf eine Stärke von 30 mm geschliffen worden ist und als Vormaterial zum Heraustrennen mittels Drahterodieren von Segmenten gedient hat.

[0063] Vor dem Hintergießen wurde im Fall von TiB_2 jeweils die Innenfläche der TiB_2 Segmente mit einer 50 μ m Schicht aus reinem Titan mittels CGS beschichtet. Folgende CGS-Prozessparameter kamen für die Titanschicht zur Anwendung (siehe Tabelle 1):

Probe	Pulver	Prozessgas	Druck	Gastemperatur	Schichtdicke
TiB_2 Segment	Ti-Pulver (grade 1, 15-45 μ m; d50 28,5 μ m)	N_2	50 bar	1000 °C	50 μ m

Tabelle1

[0064] Anschließend wurden die Segmente mit Kupfer hintergossen. Die Segmente werden in einer zum Target korrespondierenden Grafitform zu einem äußeren Ring angeordnet und benachbarte Segmentflächen durch Grafitfolie voneinander getrennt. Auf die Form wurden Kupfer-Teil(e) (aus Kupferstäben zugeschnittene Zylinder) aus im Wesentlichen reinem Kupfer gelegt.

[0065] Im Anschluss wurde die Grafitform in einen Ofen gegeben und auf 1150 °C in einer H_2 -Atmosphäre aufgeheizt. Nach Erreichen der 1150°C wurden die Grafitformen in einer N_2 -Atmosphäre bei der Temperatur von 1150°C für 1 Stunde gehalten (Anmerkung: oberhalb der Schmelztemperatur von Kupfer, welche bei 1085°C liegt). Anschließend wurde die Grafitform mit einer Geschwindigkeit von 33 cm/h aus der heißen Zone des Ofens abgesenkt. Die Abkühlung des Segment-Kupfer-Verbundes erfolgte somit über eine gerichtete Erstarrung der Schmelze, die zu einer weitgehendst spannungsfreien, dafür aber grobkristallinen Mikrostruktur des hintergossenen Kupfers führte. Nach finaler Abkühlung auf Raumtemperatur zeigen derart mit Kupfer hintergossene Targets eine sehr gute Anbindung zwischen den beiden Werkstoffen (Targetmaterial und Kupfer). Derartig hergestellte Targets zeigen keine Risse oder Delamination am Übergang der beiden Werkstoffe. Durch die langsame Art der Abkühlung werden auch die thermischen Spannungen zwischen den aus spröden Werkstoffen bestehenden Segmenten und dem erstarrten Kupferinnenring minimiert.

[0066] Anschließend wurden die Targets durch Drehen auf die finalen Abmessungen nachbear-

beitet. Dabei wurde die Innenseite des Innerings aus Kupfer auf den durch Zeichnung vorgegebenen Innendurchmesser von 80,8 mm bearbeitet und die Höhe des Kupferringes auf 30,2 mm, um beidseitig ein Übermaß von 0,1 mm gegenüber dem 30 mm hohen äußeren Ring des Targetmaterials zu erreichen. Man erhält Targets mit folgenden Maßen: Ø110/80,8 x 30,2 mm. Abschließend sind die keramischen Seiten der Targets durch Strahlen mit Glasperlen gereinigt worden und auf die Einhaltung, der durch Zeichnungen vorgegebenen Abmessungen kontrolliert worden.

[0067] Die Targets sind im Sputtermodus in einer Beschichtungsanlage im Dauerbetrieb erfolgreich ohne Ausfälle getestet worden.

Ansprüche

1. Target (1), umfassend ein Targetmaterial und ein damit verbundenes Stützelement, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Targetmaterial als äußerer Ring (3) ausgestaltet ist, wobei der äußere Ring (3) in Umlaufrichtung in zwei oder mehr Segmente (2) geteilt ist, die aus einem spröden Werkstoff mit einer plastischen Bruchdehnung bei 20 °C von kleiner gleich 2% bestehen, das Stützelement als innerer Ring (4) ausgestaltet ist und aus Kupfer oder einer Kupferlegierung besteht.
2. Target nach Anspruch 1, wobei das Targetmaterial eine Dichte höher als 80% der theoretischen Dichte, bevorzugt höher als 90% und bevorzugt höher als 95% aufweist.
3. Target nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der spröde Werkstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus keramischen Werkstoffen, metallischen Werkstoffen, halbmimetallischen Werkstoffen, intermetallischen Phasen und Gemischen aus diesen Werkstoffen.
4. Target nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der spröde Werkstoff ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Boriden, Nitriden, Karbiden, Siliziden, Oxiden, wobei die Boride, Nitride, Karbide, Silizide und Oxide gegebenenfalls mit Kohlenstoff dotiert sein können, Chrom, Chrom-Legierungen mit einem Chromanteil von mindestens 50 at% Chrom, metallischen Werkstoffen, halbmimetallischen Werkstoffen, intermetallischen TiAl Phasen, intermetallischen AlCr Phasen sowie Mischungen aus diesen Werkstoffen.
5. Target nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der äußere Ring (3) 2 bis 16 Segmente (2) aufweist.
6. Target nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Target eine Grafitfolie (6) zwischen zugewandten Flächen (21) zweier angrenzender Segmente (2) aufweist.
7. Target nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Segmente (2) unmittelbar mit dem Stützelement verbunden sind oder die Segmente (2) aus TiB₂ oder einer TiB₂-basierten Keramik bestehen und über eine titanhaltige Zwischenschicht mit dem Stützelement verbunden sind.
8. Verfahren zur Herstellung eines ringförmigen Targets (1) **gekennzeichnet durch** die folgenden Schritte:
 - Bereitstellen von Ringsegmenten (2) aus einem spröden Werkstoff mit einer plastischen Bruchdehnung bei Raumtemperatur von kleiner gleich 2%,
 - Anordnen der Ringsegmente (2) zu einem durch Aussparungen in Umlaufrichtung unterbrochenen äußeren Ring (3) in einer Form, wobei die Aussparungen (5) derart dimensioniert werden, dass sie nach einem Zusammenziehen durch Abkühlung eines durch Hintergießen mit flüssigem Kupfer oder flüssiger Kupferlegierung hergestellten inneren Rings (4) Abstände zwischen 0,01 mm bis 0,8 mm zwischen den Segmenten (2) aufweisen
 - Hintergießen des äußeren Rings (3) mit flüssigem Kupfer oder einer flüssigen Kupferlegierung im Vakuum oder unter Schutzgasatmosphäre zur Herstellung eines mit dem äußeren Ring (3) verbundenen inneren Rings (4) als Bestandteile eines ringförmigen Targets (1),
 - Abkühlen des ringförmigen Targets (1), sowie gegebenenfalls
 - mechanische Nachbearbeitung des ringförmigen Targets (1).
9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei dem Schritt des Bereitstellens der Ringsegmente (2) die Herstellung der Ringsegmente (2) vorangeht umfassend die folgenden Schritte:
 - Bereitstellen des spröden Werkstoffs in Pulverform
 - Verdichten des Werkstoffs zu einer Dichte höher als 80% der theoretischen Dichte, bevorzugt höher als 90% und bevorzugt höher als 95% vorangeht zu einem Flächengebilde
 - Herausschneiden der Ringsegmente (2) mittels Drahterodieren

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 8 bis 9, wobei der Schritt des Anordnens der Segmente (2) die Positionierung einer komprimierbaren Grafitfolie (6) mit einer Dicke von 0,2 bis 1,5 mm in den Aussparungen (5) einschließt.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 8 bis 10, wobei die Form aus Grafit besteht.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 11, wobei der Schritt des Anordnens und der Schritt des Hintergießens unmittelbar aufeinanderfolgen oder Segmente (2) aus TiB_2 oder einer TiB_2 -basierten Keramik bestehen und vor dem Schritt des Anordnens und dem Schritt des Hintergießens eine Titan-Zwischenschicht auf der inneren Seite (23) der Segmente (2) aus TiB_2 oder einer TiB_2 -basierten Keramik aufgebracht wird.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 bis 12, wobei das ringförmige Target (1) mechanisch auf die finalen Abmessungen hin endbearbeitet wird.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

Fig. 1

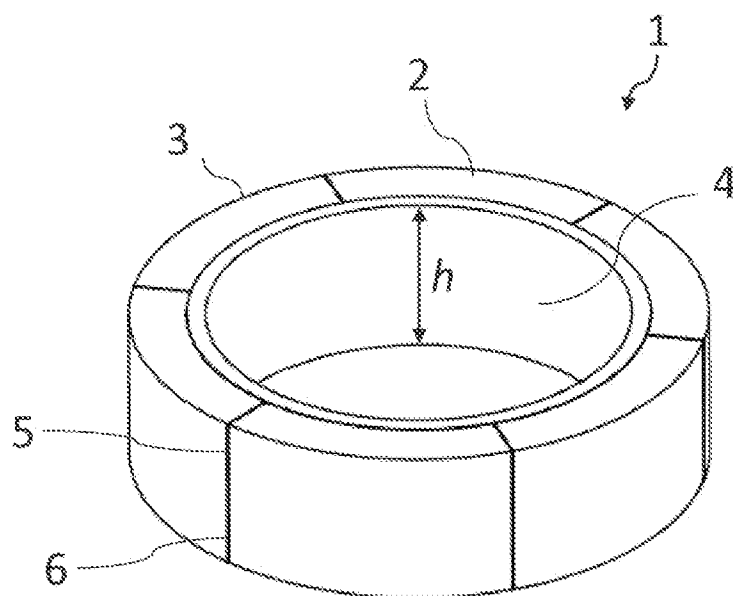


Fig. 2a

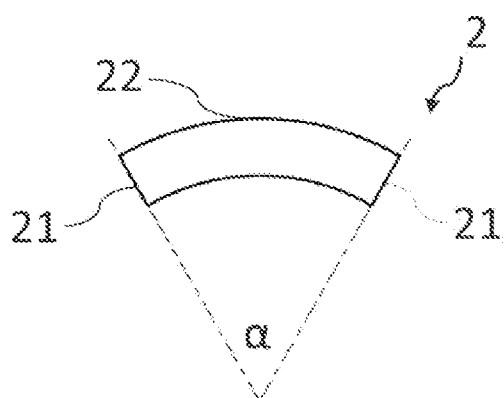


Fig. 2b

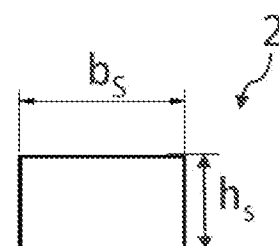
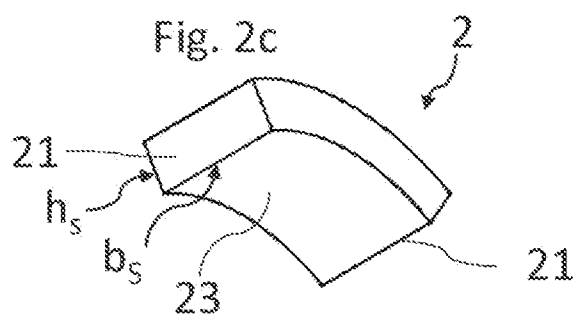
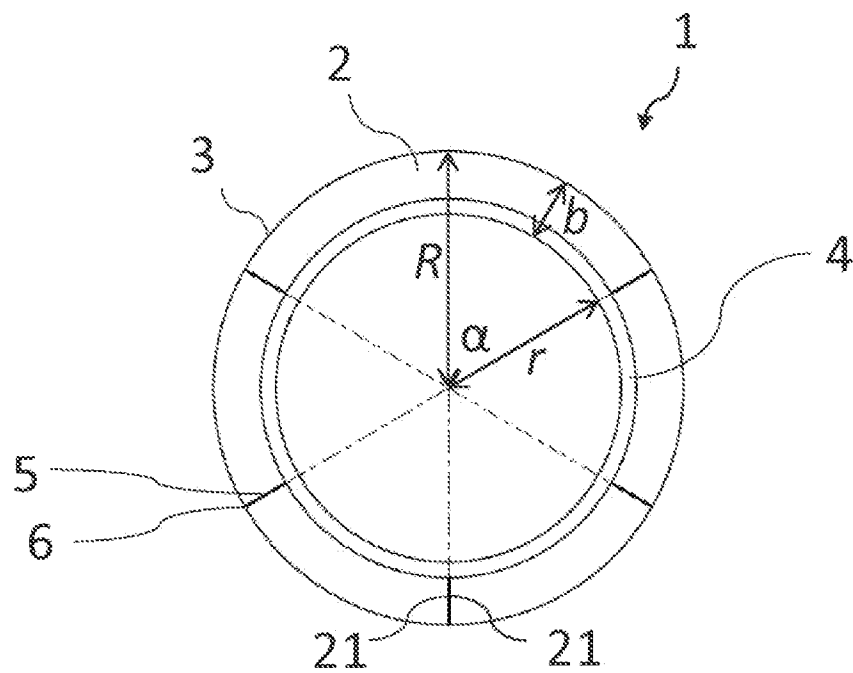


Fig. 2c



2/2

Fig. 3



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

C23C 14/00 (2006.01); **B22F 5/00** (2006.01); **B22F 3/02** (2006.01); **C22C 9/00** (2006.01); **H01J 37/34** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

C23C 14/00 (2018.01); **C23C 14/3407** (2013.01); **B22F 5/00** (2013.01); **B22F 3/02** (2013.01); **C22C 9/00** (2013.01); **H01J 37/3414** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

B22F, C22C, C23C, H01J

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC; ESPACENET; PATDEW; PATENW

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **16.05.2023** eingereichten Ansprüchen **1 - 13** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	WO 0236846 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 10. Mai 2002 (10.05.2002) insbesondere Figur 6; Seite 2, Zeilen 3-16; Seite 3, Zeilen 10-13; Seite 8, Zeilen 20-29; Seite 9, Zeilen 26-33	1 - 7
Y	WO 2022046356 A1 (OEM GROUP LLC [US]) 03. März 2022 (03.03.2022) insbesondere Figur 3; Absätze [0012], [0013] und [0049]	1 - 7
A	DE 202006018079 U1 (FNE GMBH) 29. März 2007 (29.03.2007) gesamtes Dokument	1 - 13
A	DE 102006026005 A1 (HERAEUS GMBH W C) 06. Dezember 2007 (06.12.2007) gesamtes Dokument	1 - 13
A	WO 2005108646 A2 (ACADEMY CORP [US] et al.) 17. November 2005 (17.11.2005) gesamtes Dokument	1 - 13

Datum der Beendigung der Recherche:
14.02.2024

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

FELDBAUMER Christoph

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.