

(19)

österreichisches  
patentamt

(10)

AT 413 160 B 2005-11-15

(12)

# Patentschrift

- (21) Anmeldenummer: A 1964/2000 (51) Int. Cl.<sup>7</sup>: H01J 35/10  
(22) Anmeldetag: 2000-11-22  
(42) Beginn der Patentdauer: 2005-04-15  
(45) Ausgabetag: 2005-11-15

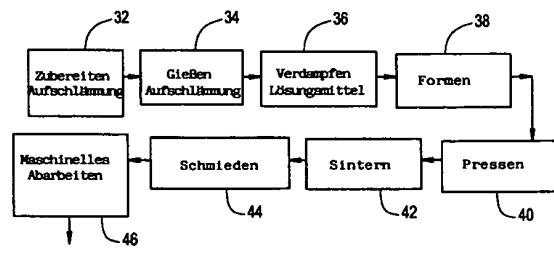
(30) Priorität:  
22.11.1999 US 442323 beansprucht.  
(56) Entgegenhaltungen:  
US 3649355A GB 1498654A  
GB 1337232A US 5825848A  
US 4052640A US 3869634A  
EP 756308A1

(73) Patentinhaber:  
GENERAL ELECTRIC COMPANY  
12345 SCHENECTADY (US).

## (54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER RÖNTGENRÖHRENAKODE

(57) Verfahren zum Herstellen einer Röntgenröhrenanode mit einem hitzebeständigen Metalltargetsubstrat und einer hitzebeständigen Metallbrennspur, wobei eine Brennspur/Targetssubstrat-Schnittstelle um weniger als etwa  $\pm 0,13$  mm und vorzugsweise um weniger als etwa  $\pm 0,10$  mm oder  $\pm 0,05$  mm von einer perfekt ebenen Schnittstelle zwischen dem Targetssubstrat und der Brennspur abweicht, und die Brennspur mit einer Oberfläche ausgebildet wird, die um weniger als etwa  $\pm 0,13$  mm und vorzugsweise um weniger als etwa  $\pm 0,10$  mm oder  $\pm 0,05$  mm variiert, wobei eine Aufschlämung aus einem Röntgentargetmetall, einem Lösungsmittel und einem Bindemittel gebildet wird, sodann ein gleichmäßiger Film der Aufschlämung auf der Oberfläche des hitzebeständigen Metallsubstrates geformt und das Lösungsmittel aus der Aufschlämung verdampft wird, um das Brennspur-Rohband zu bilden, welches von der Oberfläche entfernt und auf das Metalltargetsubstrat aufgebracht wird.

FIG.5



Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen einer Röntgenröhrenanode mit einem hitzebeständigen Metalltargetssubstrat und einer hitzebeständigen Metallbrennspur, wobei eine Brennspur/Targetssubstrat-Schnittstelle um weniger als etwa  $\pm 0,13$  mm und vorzugsweise um weniger als etwa  $\pm 0,10$  mm oder  $\pm 0,05$  mm von einer perfekt ebenen

5 Schnittstelle zwischen dem Targetssubstrat und der Brennspur abweicht, und die Brennspur mit einer Oberfläche ausgebildet wird, die um weniger als etwa  $\pm 0,13$  mm und vorzugsweise um weniger als etwa  $\pm 0,10$  mm oder  $\pm 0,05$  mm variiert.

Röntgenstrahlen werden erzeugt, wenn Elektronen in einem Vakuum im Inneren einer Röntgenröhre freigesetzt, beschleunigt und dann abrupt abgebremst werden. Die Elektronen werden von einem beheizten Glühfaden aus freigesetzt. Eine Hochspannung zwischen einer Anode und einer Kathode beschleunigt die Elektronen und bewirkt, daß sie auf der Anode auftreffen. Die Anode, üblicherweise auch als das Target bezeichnet, kann von der Art einer rotierenden Scheibe sein, so daß der Elektronenstrahl fortlaufend einen anderen Punkt auf der Targetoberfläche trifft. Die Röntgenröhre enthält die Kathoden- und Anodenanordnung, die ihrerseits das rotierende Scheibentarget und einen Rotor umfaßt, welcher ein Teil einer Motoranordnung ist, die das Target in Drehung versetzt. Ein Stator ist außerhalb der Röntgenröhrenvakuumhüllung vorgesehen und überlappt den Rotor um etwa zwei Drittel. Die Röntgenröhre ist in einem Schutzgehäuse eingeschlossen, das ein Fenster für die erzeugten Röntgenstrahlen aufweist, damit diese die Röhre verlassen können. Das Gehäuse ist mit Öl gefüllt, um die von den Röntgenstrahlen erzeugte Wärme zu absorbieren.

Das rotierende Röntgenröhrentarget weist ein hitzebeständiges metallisches Targetssubstrat und eine Targetbrennspur aus einem Röntgenstrahlen emittierenden Metall auf, die mit dem Targetssubstrat entlang einer Schnittstelle verbunden ist. Wolfram alleine oder Wolfram legiert mit anderen Metallen wird bei Röntgenröhrentargets häufig verwendet. Metalle, die manchmal in kleinen Mengen mit dem Wolfram legiert werden, sind z.B. Rhenium, Osmium, Iridium, Platin, Technetium, Ruthenium, Rhodium und Palladium. Röntgenröhrentargets, die zur Gänze aus Wolfram oder Wolframlegierungen gebildet sind, bei denen Wolfram das vorherrschende Metall ist, zeichnen sich durch hohe Dichte und hohes Gewicht aus. Zusätzlich ist Wolfram kerbfestlich und extrem spröde und unterliegt daher der Gefahr eines Totalausfalles. Wegen dieser Nachteile weisen Röntgenröhrentargets typischerweise eine Targetbrennspur aus Wolfram oder einer Wolframlegierung und ein Targetssubstrat aus einem anderen Metall oder einer anderen Legierung auf. Typischerweise werden Molybdän und Molybdänlegierungen für das Targetssubstrat verwendet.

Ein Röntgenröhrentarget wird typischerweise mit Hilfe pulvermetallurgischer Verfahren gefertigt, bei welchen Metallpulver zur Bildung der Targetbrennspur auf einem Metallpulver zur Bildung des Targetssubstrats angeordnet wird. Die gesamte Pulvermasse wird gepreßt, gefiltert und dann geschmiedet und maschinell abgearbeitet, um das Target zu bilden.

Das Verfahren führt zu einer ungleichmäßigen Oberfläche und Dicke und einer ungleichmäßigen Schnittstelle zwischen der Targetbrennspur und dem Targetssubstratmetall. Das Spurmetall ist schwerer als das Targetssubstratmetall und die ungleichmäßige Dicke kann zu einer Unwucht des rotierenden Targets führen. Dünne und dicke Bereiche der Spur erzeugen Spannungen an der Spur/Targetssubstrat-Schnittstelle, welche lokales Kornwachstum und Delamination verursachen können. Die Unmöglichkeit, die Dicke des Spurmetalls genau zu steuern, macht es notwendig, daß ein Überschuß an kostspieligem Spurmetall auf das Targetssubstrat aufgebracht wird, um zu gewährleisten, daß kein Targetssubstratmetall frei bleibt.

50 In der US 3 649 355 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem zum Härteln einer Drehanode eine Graphitbasis mit Wolfram oder einer Wolframlegierung besprührt wird, und anschließend wird ein Mantel aus Wolfram oder Wolframlegierungen abgelagert. Die GB 1 498 654 beschreibt die Bildung eines Anodentargets aus mehreren durch Sintern oder Gießen hergestellten Schichten, wobei die Dicke und Durchmesser der Schichten durch einen formgebenden Hoch-

geschwindigkeits-Stoßprozeß hergestellt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren vermeidet die beschriebenen Nachteile des Standes der Technik und zeichnet sich dadurch aus, daß eine Aufschlämmung aus einem Röntgentargetmetall, einem Lösungsmittel und einem Bindemittel gebildet wird, sodann ein gleichmäßiger Film

5 der Aufschlämmung auf der Oberfläche des hitzebeständigen Metallsubstrates geformt und das Lösungsmittel aus der Aufschlämmung verdampft wird, um das Brennspur-Rohband zu bilden, welches von der Oberfläche entfernt und auf das Metalltargetsubstrat aufgebracht wird.

10 Vorzugsweise weist das Targetsubstrat eine Titan-Zirkon-Molybdän-Legierung oder eine Titan-Zirkon-Molybdän-mit-Kohlenstoff-Legierung auf.

Nach einem anderen Verfahrensmerkmal wird das Brennspur-Rohband auf ein hitzebeständiges Metalltargetmaterial aufgebracht, um ein Pack zu bilden, welches sodann gesintert wird.

15 20 Nach einem weiteren Verfahrensmerkmal wird zur Bildung des Brennspur-Rohbandes eine Aufschlämmung eines Pulvers in einem Lösungsmittel, welches ein Bindemittel enthält, auf eine Gießoberfläche gezogen, das Lösungsmittel aus der Aufschlämmung verdampft, um eine geformte Schicht zu erzeugen, die an der Gießoberfläche entferbar anhaftet, und das Band verdichtet, um seine Grünfestigkeit zu erhöhen, und die Gießoberfläche von dem Band abgelöst.

Die Brennspur kann durch Bandgießen, Schlickergießen, Walzenkompaktieren, Aufschlämmungsversprühen, thermisches Sprühen oder Wasserfallverarbeitung gebildet werden.

25 30 Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bestehen in der Ausbildung eines Röntgentargets mit einer glatten ebenen Oberfläche und einer gleichförmigen Dicke sowie einer verbesserten Bindung an der Targetbrennspur/Targetsubstrat-Schnittstelle, welche eine Rißbildung, eine Delamination und ein Freilegen von Targetsubstratmetall vermeidet, wenn die Brennspur maschinell abgearbeitet wird.

Diese und weitere Merkmale werden nun anhand der Zeichnungen näher erläutert, welche nicht-einschränkende beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung veranschaulichen, wobei Fig. 1 ein Querschnitt einer mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Röntgenröhrentarget- und -schaftanordnung ist; Fig. 2 eine Draufsicht der Anordnung von Fig. 1 ist, welche das Targetsubstrat und die Brennspur zeigt; die Fig. 3 und 4 schematische Darstellungen von weggeschnittenen Abschnitten einer Brennspur und eines Targetsubstrats sind; und Fig. 5 eine schematische Darstellung des Verfahrens zum Herstellen eines Röntgentargets ist.

40 45 Die Fig. 1 und 2 sind schematische Ansichten einer Darstellung einer Röntgenröhre 10, welche eine rotierende Anodenanordnung 12 und einen Schaft 14 enthält. Die Anodenanordnung 12 enthält ein Targetsubstrat 16, typischerweise aus der Molybdänlegierung TZM, und eine Targetbrennspur 18, die typischerweise aus einer Wolfram-Rheniumlegierung gefertigt ist. Das Substrat 16 wird an seiner Rückseite von einem Graphitring 20 abgestützt, der mit dem Targetsubstrat 16 hartverlötet ist. Von einer (nicht gezeigten) Kathode erzeugte Elektronen treffen auf der Brennspur 18 auf, welche Röntgenstrahlen emittiert.

50 55 Die Anodenanordnung 12 wird von einem Induktionsmotor in Drehung versetzt, der einen zylindrischen Rotor 22 aufweist, welcher um eine Achse 24 herum gebaut ist. Die Achse 24 trägt das scheibenförmige Targetsubstrat 16 mit der Brennspur 18 auf der Vorderseite und dem Graphitring 20 auf der Rückseite. Die Anodenanordnung 12 ist über einen Stiel 14 und eine Nabe 26 mit dem Rotor 22 und der Achse 24 verbunden, welche Lager zur leichteren Drehung enthält. Der Rotor 22 der Drehanodenanordnung 10 wird von einem Stator-Induktionsmotor angetrieben und befindet sich auf anodischem Potential, wogegen der Stator elektrisch geerdet ist.

In einer typischen Röntgenröhre sind die Anoden- und Kathodenanordnung in einem Vakuumrahmen versiegelt und in einem wärmeleitendem Metallgehäuse montiert. Ein Isulationsmaterial ist zwischen dem Stator und dem Glasrahmen und Rotor vorgesehen.

- 5 Gemäß der Erfindung wird die Targetbrennspur 18 auf dem Targetssubstrat 16 durch ein Bandgießverfahren hergestellt. Fig. 5 zeigt schematisch ein Verfahren zum Herstellen eines Röntgentargets mit einem ersten Schritt 32, in welchem metallische Legierungspulver mit einem inerten Lösungs- und Bindemittel aufgeschlämmt werden, wie einem Polyethylenoxid oder einem vollständig gesättigten Aliphaten wie Hexan, Heptan oder einer organischen oder was-  
10 serbasierenden Mischung wie Polyethylenoxid/Wasser oder Toluol/Polyvinylbutyral od.dgl., welche zwischen etwa Zimmertemperatur und etwa 200°C verdampft. Das Lösungsmittel ent-  
hält ein Bindemittel, welches das Metallpulver zusammenhält und ohne Rückstand sauber ausbrennt.
- 15 Das Metallpulver ist bevorzugt Wolfram oder ein Wolframlegierungspulver wie Wolfram/Rhenium (W-Re). Andere geeignete Metalle und Legierungen wie Rhenium, Rodium, Mo-lybdän oder andere Schwermetalle können jedoch ebenfalls verwendet werden. Die Metalle und Legierungen werden hauptsächlich wegen ihrer hohen Schmelzpunkte ausgewählt (>1500°C). Das W-Re wird mit Hilfe herkömmlicher Pulververarbeitungstechniken zubereitet. Die Teilchen-  
20 Größe des Pulvers sollte etwa 2 bis 8 Mikrometer betragen.

Das Metallpulver kann zwischen etwa 50 und etwa 98 Gew.-%, wünschenswerterweise zwischen etwa 84 oder etwa 96 Gew.-%, und bevorzugt zwischen etwa 87 und etwa 94 Gew.-% der Aufschlämzung betragen. Das Bindemittel kann zwischen etwa 5 und etwa 20 Gew.-%, wünschenswerterweise zwischen etwa 7 und etwa 16 Gew.-%, und bevorzugt zwischen etwa 8 und etwa 13 Gew.-% der Aufschlämzung betragen. Verschiedene bekannte Aufschläm-  
25 mungsmodifikatoren können verwendet werden, um die Viskosität und andere Eigenschaften zu steuern, solange sie sauber und ohne Rückstand während des Sinterns ausbrennen. Der visko-  
30 se Charakter des organischen Trägers und die feine Teilchengröße wirken zusammen, um verhältnismäßig stabile Aufschlämungen zu bilden, die einem allzu raschen Absetzen wider-  
stehen.

Destilliertes Wasser kann bei wasserbasierenden Systemen der Aufschlämzung hinzugefügt werden, um die Viskosität einzustellen, damit eine glatte Konsistenz geschaffen wird, die für das Gießen geeignet ist. Das destillierte Wasser kann langsam hinzugegeben werden, während die Konsistenz der Aufschlämzung beobachtet wird, bis die Aufschlämzung fließen kann, wenn sie um einen Winkel von 45° gegenüber der Vertikalen gekippt wird. Die Aufschlämzung kann entlüftet werden. Das Entlüften kann während des anfänglichen Mischens der Auf-  
35 schlämung in einer Vakummischvorrichtung durchgeführt werden. Der Vakumpegel kann weniger als eine Atmosphäre betragen, typischerweise weniger als etwa  $1,0 \times 10^{-2}$  Torr.

Die Aufschlämung kann dann auf eine Gießeroberfläche gegossen werden (34), welche bevorzugt ein Polytetrafluorethylen (Teflon®), ein Glycol, Terephthalsäurepolyester (Mylar®), ein Cellophan oder ein Celluloseacetat ist. Jegliche Verteilverrichtung für das Regeln der Menge an viskosem Material, das auf einer Oberfläche abgelagert wird, kann dazu verwendet werden, um die Aufschlämzung zu gießen. Beispielsweise eignet sich eine Abziehklinge mit einer Walzvorrichtung. Eine geeignete Abziehklingenaustrüstung (Rakelvorrichtung) wird von HED International, ProCast Division, und anderen Herstellern zur Verfügung gestellt. Die Aufschlämzung kann auf eine Oberfläche gegossen werden und die Klinge bzw. Rakel wird dann durch die Aufschlämzung hindurchgeführt, um die Aufschlämzung zu nivellieren, oder die Aufschlämzung kann in eine Abziehklingenvorrichtung eingebracht und unter der Kante der Abziehklinge aufge-  
45 tragen werden, um ein flaches Band mit einer Breitenabmessung zu schaffen, die größer ist als der gewünschte Durchmesser der Brennspur.

55 Das Verfahren kann weitere Schritte wie Mahlen und Filtern umfassen, falls notwenig oder

gewünscht. Zusätzlich können andere Verfahren zum Ausbilden eines Grünlingsbandes verwendet werden, z.B. ein Walzenkompaktieren, Schlickergießen, Aufschlämmungssprühen, thermisches Sprühen und Wasserfallgießen.

- 5 Das Lösungsmittel wird aus der gegossenen Aufschlämmung verdampft (36), um ein flexibles Band zu erzeugen, das entferbar an der Gießoberfläche anhaftet. Die Verdampfungsrate kann gesteuert werden, indem die Feuchtigkeit kontrolliert wird, um die Ausbildung von Sprüngen zu vermeiden. Beispielsweise kann die Feuchtigkeit auf etwa 85% bis etwa 95% bei Raumtemperatur gesteuert werden, indem das trocknende Band in einer Umhüllung eingeschlossen wird,
- 10 um eine höhere Feuchtigkeit zu erreichen, oder indem ein Gegenstrom aus Luft, begrenzt auf einen kleinen Bereich, verwendet wird, um eine geringere Feuchtigkeit zu erreichen. Eine langsame Verdampfungsrate wird bevorzugt. Wenn die Aufschlämmung mit entionisiertem Wasser zubereitet ist, kann die Verdampfung bei einer Temperatur von weniger als etwa 93°C durchgeführt werden. Bevorzugt wird die Verdampfung bei etwa Raumtemperatur (26°C) ausgeführt.
- 15 Nach der Verdampfung wird eine fehlerfreie flache Schicht erhalten.

Das Band bzw. die gegossene Schicht ist ausreichend flexibel, so daß sie als eine Einheit gehandhabt oder aufbewahrt oder unmittelbar durch Beschneiden geformt werden kann (38). Bevorzugt wird das Band zu einer Kreisform zugerichtet, um Schichten für das direkte Pressen als Targetbrennspur zu schaffen. In einem Aspekt können Ringe geeigneter Größe mit Hilfe einer Gesenk presse od.dgl. aus dem Band ausgestanzt werden. Nach dem Formen wird das Band von der Gießoberfläche abgelöst und zu einer Brennspur auf einem Targets substrat geformt. Bevorzugt wird das Band in einer Ringform in eine Gesenk presse eingesetzt, z.B. eine übliche hydraulische Gesenk presse, die einen Druck von bis zu 1500 Tonnen aufbringen kann.

- 20 Ein Metallpulver zur Bildung des Targets substrats kann auf die Oberseite des ringförmigen Bandes aufgebracht und gepreßt werden (40), um ein Pack zu bilden. Molybdänlegierungen wie Titan-Zirkon-Molybdän (TZM) sind geeignete Metalle, um das Targets substrat zu bilden. Das Pack kann in der Preßform durch Aufbringen einer Kompressionskraft von typischerweise zwischen etwa 32 t/cm<sup>2</sup> und etwa 226 t/cm<sup>2</sup>, wünschenswerterweise zwischen etwa 65 t/cm<sup>2</sup> und
- 25 etwa 194 t/cm<sup>2</sup>, bevorzugt zwischen etwa 97 t/cm<sup>2</sup> und etwa 162 t/cm<sup>2</sup>, komprimiert werden.
- 30

In einer Ausführungsform der Erfindung kann eine ringförmige Preßform verwendet werden, um einen dicken Ring aus gegossenem Metall zu begrenzen. Nach dem Nivellieren und Trocknen kann der dicke Ring entnommen und für die weitere Verarbeitung verwendet werden, um eine dicke Schicht zu schaffen, die in der Preßform für die Ausbildung von dicken Brennspuren verwendet wird, anstelle mehrerer dünner Bänder.

Als nächstes kann das komprimierte Pack gesintert werden (42), um das Bindemittel auszubrennen. Das Pack kann in einen geeigneten Ofen eingebracht werden, z.B. einen Wasserstoff- oder Vakuumofen, und einer Temperatur zwischen etwa 2000°C und etwa 2200°C über eine Zeitspanne zwischen etwa 5 Stunden und etwa 10 Stunden unter einem Vakuum von etwa 10 bis etwa 20 µm Quecksilbersäule unterworfen werden.

Das Pack wird dann bei 1500°C in einer Wasserstoffatmosphäre vorerhitzt und auf einer mechanischen Presse geschmiedet (44). Typischerweise wird der Schmiedeschritt in einer Presse mit einer aufgebrachten Kraft von etwa 400 t/cm<sup>2</sup> bis etwa 800 t/cm<sup>2</sup> durchgeführt. Das Röntgenröhrentarget wird dann vom Schmiedestempel entfernt.

Das Produkt der Erfindung kann unter Bezugnahme auf die Spur/Substrat-Schnittstellenebene 68 definiert werden. Wie in den Fig. 3 und 4 veranschaulicht, ist die gegossene Schnittstellen-ebene 68 von Fig. 4 wesentlich regelmäßiger als die Schnittstellenebene 58 nach dem Stand der Technik. Die Schnittstellenebene des Targets von Fig. 4 weicht weniger als etwa ±0,13 mm von einer perfekten Ebene oder Oberfläche ab. Die Abweichung kann bis zu ±0,10 mm oder ±0,05 mm von einer perfekten Ebene oder Oberfläche klein sein.

- Die gleichförmige Schicht des Gießverfahrens führt zu einem Röntgentarget mit verbesserter Balance. Das Aufbringen einer W-Re-Brennspur auf ein TZM-Substrat kann Spannungen an der Brennspur/Targetssubstrat-Schnittstelle bewirken, die durch eine Fehlanpassung der Wärmedehnungen verursacht wird. Eine gleichmäßig gegossene Brennspur reduziert den Effekt einer solchen Fehlanpassung der Wärmedehnungen. Eine dünnere, gleichförmigere Brennspuschicht reduziert auch den Bimetallbiegeeffekt, welcher auf die Wärmedehnungsfehlanpassung zurückzuführen ist, sowie thermische Gradienten, die durch das Elektronenstahlerhitzen des Targets bewirkt werden.
- Während die Erfindung vorteilhafterweise die Notwendigkeit einer Reduktion der Schichtdicke verringert, kann ein maschinereller Bearbeitungsschritt (46) verwendet werden, um die Schichtdicke weiter zu reduzieren, die Brennspuroberfläche weiter zu glätten und die Spur und das Targetssubstrat für die Endmontage präzisionszuformen und Präzisionsmaße zu erzielen. Zusätzlich kann, weil die Brennspur/Substrat-Schnittstelle im wesentlichen eine ebene Fläche ohne herausragende hohe Substratbereiche ist, die Brennspuschicht maschinell abgearbeitet werden, um die Spur weiter zu reduzieren oder zu glätten, ohne die Gefahr einer Freilegung des der unterliegenden Targetssubstratmetalles.
- Die folgende ausführliche Erörterung beschreibt bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.
- Beispiele
- Die folgenden drei Aufschlammungszusammensetzungen wurden zubereitet, indem die angegebenen Bestandteile vermischt und per Hand mit einer Spatel aus rostfreiem Stahl gerührt wurden: (1) 95,29 g Wolfram mit 5% Rhenium, 10,0 g Polyethylenoxid-Bindemittel ("PEO"), und 6,79 g destilliertes Wasser ("DI-Wasser"); (2) 95,19 g von 2,4 um (Teilchengröße?) Wolfram, 10,09 g PEO und 8,59 g DI-Wasser; (3) 95,0 g von 5,0 um Wolfram, 10,19 g PEO und 8,59 g DI-Wasser.
- Jede Aufschlammung wurde auf ein Mylar®-Blatt aufgebracht. Eine Abziehklinge wurde auf 0,50 Zoll Dicke und auf eine Bewegungsgeschwindigkeit von 5 Zoll pro Minute eingestellt und zwecks Nivellierung über jede der Aufschlammungen geführt. Die so hergestellten Grünbandgüsse wurden über 8 bis 24 Stunden absetzen gelassen. Jedes Band wurde dann für die Verwendung als Brennspur auf Ringform geschnitten. Die Ringformen wurden in den Boden einer umgekehrten Gesenk presse eingebracht. Die umgekehrte Gesenk presse hatte einen Stempel, der von oben in die Prägeformöffnung eindringt. Molybdänlegierungspulver wurde dann auf die Oberseite jedes Bandes aufgebracht. Die Pulvermasse wurde mit 129,0 t/cm<sup>2</sup> komprimiert, um ein gepreßtes Pulverpack zu erzeugen.
- Jedes gepreßte Pack wurde aus der Gesenk presse entnommen, in einen Vakuumofen eingebracht und bei 2100°C über 5 Stunden unter einem Vakuum erhitzt, das im Bereich von 10 bis 20 µm Quecksilbersäule lag, um die Packung zu entgasen. Das Bindemittel wurde aus der W-Re-Bandgußschicht in den frühen Phasen des Erhitzens ausbrannte. Das Pulver sinterte dann zu einer stabilen Struktur mit etwa 90% bis 95% Dichte (5% bis 10% Porosität). Es wurde gefunden, daß das auf Wasser basierende Bindemittelsystem sauber ausbrannte. Jedes gesinterte Target wurde dann in einem Wasserstoffofen bei 1500°C in Wasserstoff erhitzt und mit 516,1 t/cm<sup>2</sup> geschmiedet.
- Kleinmaßstäbige Bänder, hergestellt gemäß dem oben genannten Verfahren, wurden auf die Oberseite eines kleinen Targets mit 3 Zoll Durchmesser aufgebracht. 3 Targets wurden hergestellt, u.zw. unter Verwendung von 1, 2 bzw. 3 Schichten von Bandguß, um Brennspuren zu bilden und die Auswirkung des Stapelns zu ermitteln. Jede Brennspuschicht blieb während der gesamten Verarbeitungsschritte flach und gleichförmig. Zwischen den mehrfachen Schichten des Targets war keine Delamination sichtbar. Die Brennspuren schienen gut mit den restlichen

Targetmetall verbunden zu sein.

Die Beispiele zeigen, daß bandgegossene W-Re-Brennspurschichten dazu verwendet werden können, ein Bimetall-Röntgentarget ohne sichtbare Delamination an der Brennspur/TZM-

5 Targetssubstrat-Schnittstelle zu erzeugen, und daß mehrere Schichten aus bandgegossenen W-Re-Schichten gestapelt werden können, um eine dickere Brennspur zu erzeugen, die für einen Fertigungsbetrieb geeignet ist.

Obwohl nur bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben wurden, kann die vorliegende Erfindung variiert und modifiziert werden und ist nicht auf die genauen Details der Beispiele beschränkt. Beispielsweise kann das Pack vorgesintert und dann gesenkgepreßt werden. Das gepreßte Pack kann dann endgesintert werden. Das Vorsintern des Packs kann die Schrumpfung der endgültigen Brennspur reduzieren. In einer anderen Ausführungsform kann das Band auf der Gießoberfläche verdichtet, abgelöst und mittels Hartlöten od.dgl. an einem geformten Targetssubstrat angebracht werden. In noch einer anderen Ausführungsform kann das von der Gießoberfläche abgestützte Band in die Gesenk presse eingebracht werden. Das Band wird dann erst entnommen, nachdem die Spur gepreßt worden ist, um das Pack zu bilden. Die Erfindung umfaßt alle Abänderungen und Variationen, die in den Rahmen der angeschlossenen Ansprüche fallen.

20

## Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen einer Röntgenröhrenanode mit einem hitzebeständigen Metalltargetssubstrat und einer hitzebeständigen Metallbrennspur, wobei eine Brennspur/Targetssubstrat-Schnittstelle um weniger als etwa  $\pm 0,13$  mm und vorzugsweise um weniger als etwa  $\pm 0,10$  mm oder  $\pm 0,05$  mm von einer perfekt ebenen Schnittstelle zwischen dem Targetssubstrat und der Brennspur abweicht, und die Brennspur mit einer Oberfläche ausgebildet wird, die um weniger als etwa  $\pm 0,13$  mm und vorzugsweise um weniger als etwa  $\pm 0,10$  mm oder  $\pm 0,05$  mm variiert, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine Aufschlämmung aus einem Röntgentargetmetall, einem Lösungsmittel und einem Bindemittel gebildet wird, sodann ein gleichmäßiger Film der Aufschlämmung auf der Oberfläche des hitzebeständigen Metallsubstrates geformt und das Lösungsmittel aus der Aufschlämmung verdampft wird, um das Brennspur-Rohband zu bilden, welches von der Oberfläche entfernt und auf das Metalltargetssubstrat aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Targetssubstrat eine Titan-Zirkon-Molybdän-Legierung oder eine Titan-Zirkon-Molybdän-mit-Kohlenstoff-Legierung aufweist.

40 3. Verfahren nach Anspruch 1, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Brennspur-Rohband auf ein hitzebeständiges Metalltargetmaterial aufgebracht wird, um ein Pack zu bilden, welches sodann gesintert wird.

45 4. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß zur Bildung des Brennspur-Rohbandes eine Aufschlämmung eines Pulvers in einem Lösungsmittel, welches ein Bindemittel enthält, auf eine Gießoberfläche gezogen wird, das Lösungsmittel aus der Aufschlämmung verdampft wird, um eine geformte Schicht zu erzeugen, die an der Gießoberfläche entferbar anhaftet, und das Band verdichtet wird, um seine Grünfestigkeit zu erhöhen, und die Gießoberfläche von dem Band abgelöst wird.

50 5. Verfahren nach Anspruch 4, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Lösungsmittel bei einer gesteuerten Luftfeuchtigkeit zwischen etwa 85% bis etwa 95% bei Raumtemperatur verdampft wird.

55

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, *dadurch gekennzeichnet*, daß die Aufschlämmung zwischen etwa 50 und etwa 98 Gew.-%, vorzugsweise zwischen etwa 84 und etwa 96 Gew.-%, insbesondere zwischen etwa 87 und etwa 94 Gew.-% Metallpulver und zwischen etwa 5 bis etwa 20 Gew.-%, vorzugsweise zwischen etwa 7 und etwa 16 Gew.-%, insbesondere zwischen etwa 8 und etwa 13 Gew.-% Bindemittel enthält.
- 5
7. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Pack durch Anordnen mehrerer geformter Rohformschichten im Inneren einer Preßform gemeinsam mit dem das Targetsubstrat bildenden Material und Pressen der Schichten und des das Targetsubstrat bildenden Materials hergestellt wird.
- 10
8. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Pack durch Anordnen einer einzelnen geformten Schicht mit einer Dicke von mehr als etwa 1,40 mm im Inneren einer Preßform gemeinsam mit dem das Targetsubstrat bildenden Material geformt wird, das Pack gesintert und die Schicht auf 1,40 mm oder weniger maschinell abgearbeitet wird.
- 15
9. Verfahren nach Anspruch 8, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Pack durch Aufbringen einer Preßkraft zwischen etwa 32 t/cm<sup>2</sup> und etwa 226 t/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise zwischen etwa 65 t/cm<sup>2</sup> und etwa 194 t/cm<sup>2</sup>, insbesondere zwischen etwa 97 t/cm<sup>2</sup> und etwa 162 t/cm<sup>2</sup> geformt wird.
- 20
10. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß das Sintern bei einer Temperatur zwischen etwa 2000°C und etwa 2200°C über eine Zeitspanne von etwa 5 Stunden bis etwa 10 Stunden in Vakuum vorgenommen wird.
- 25
11. Verfahren nach Anspruch 3, *dadurch gekennzeichnet*, daß eine Röntgenanode aus dem abgelagerten Brennspurmetall, welches eine kleinere Dicke hat als etwa 1,40 mm, ohne ein maschinelles Abarbeiten gebildet wird.

30

### Hiezu 3 Blatt Zeichnungen

35

40

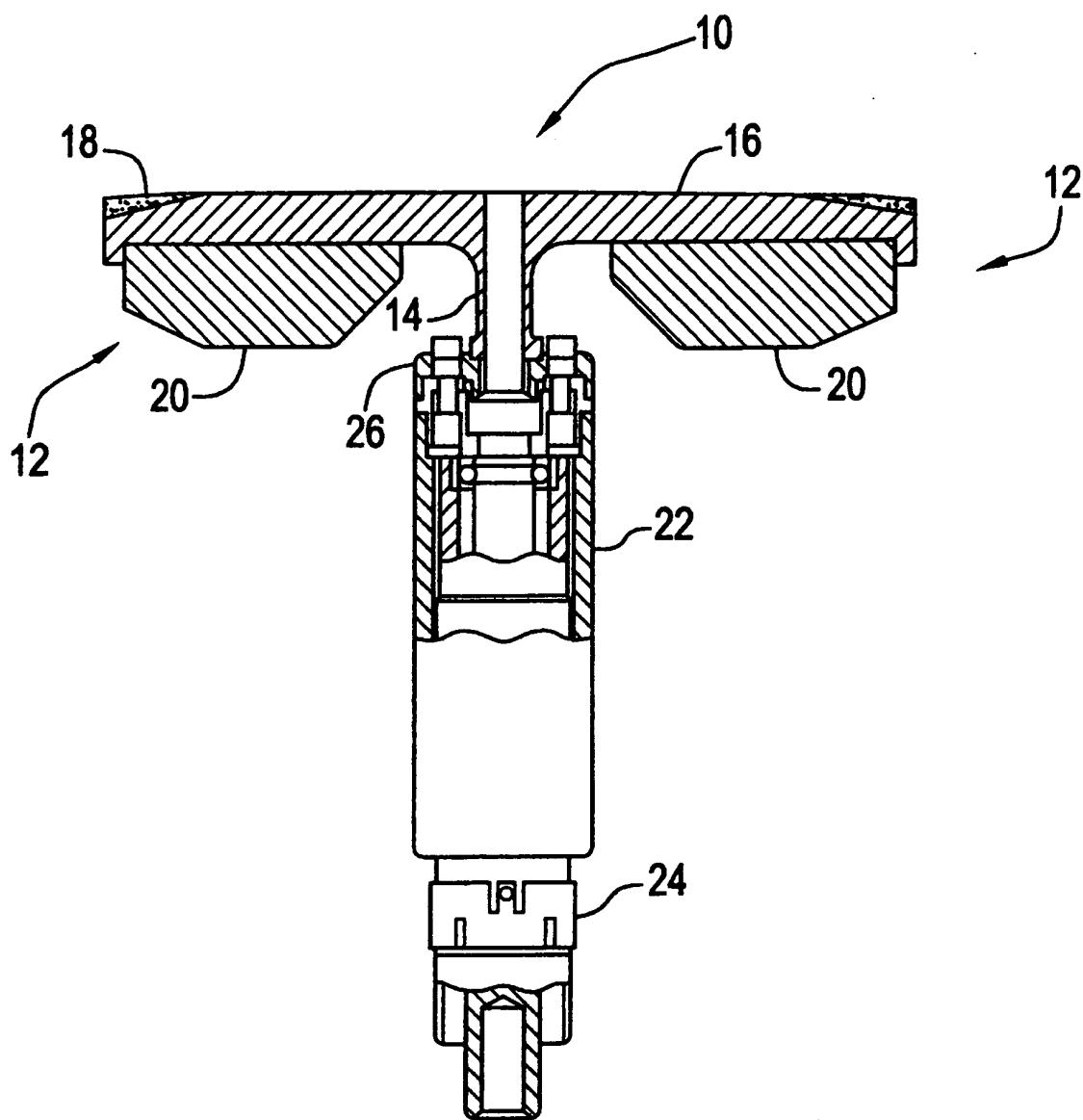
45

50

55

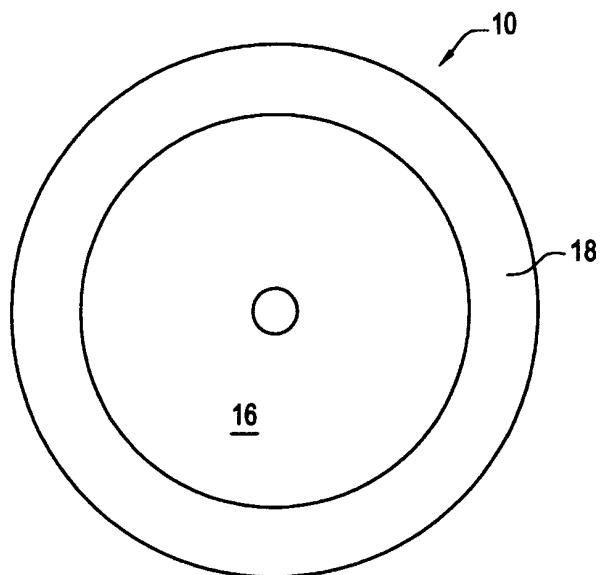


# FIG. 1

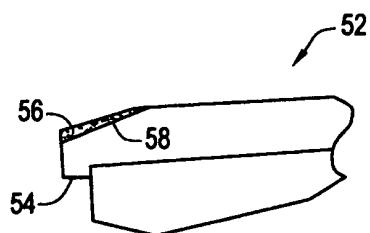




**FIG.2**



**FIG.3**



**FIG.4**

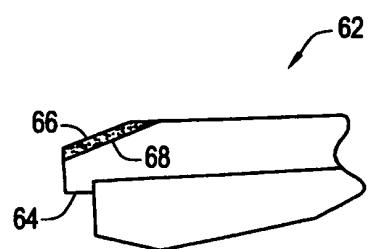




FIG.5

