



(19)

REPUBLIK
ÖSTERREICH
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 042 B**

(12)

PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1007/98
(22) Anmeldetag: 10.06.1998
(42) Beginn der Patentdauer: 15.01.2004
(45) Ausgabetag: 26.08.2004

(51) Int. Cl.⁷: **H01J 35/10**

(30) Priorität:
24.06.1997 US 881405 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
AT E 116075T1 EP 578109A1
US 4939762A AT 278184B EP 323366A1
DE 2117956A1 JP 8250053A

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

(54) DREHANODENSTRUKTUR FÜR EINE RÖNTGENRÖHRE

(57) Es wird eine Drehanodenstruktur für eine Röntgenröhre geschaffen, mit einer leichtgewichtigen Targetanode. Ein Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpertargetsubstrat besitzt Bestandteile und Gewebegeometrien. Eine hitzebeständige Metallbrennspurschicht ist auf dem Substrat abgelagert, um Röntgenstrahlen zu erzeugen. Eine Zwischenschicht liegt zwischen der Brennspurschicht und dem Substrat, um Beanspruchungen auf Grund einer unterschiedlichen Wärmedehnung zwischen dem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörperanodentargetsubstrat und der hitzebeständigen Metallbrennspurschicht abzubauen. Die Zwischenschicht ist eine Rheniumzwischenschicht, und die Brennspurschicht ist typischerweise eine Wolfram-Rhenium-Brennspurschicht.

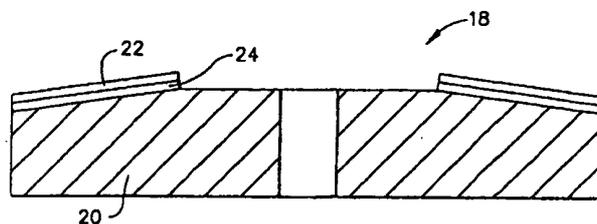


FIG. 2

AT 412 042 B

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Drehanodenstruktur für eine Röntgenröhre, mit einem sich in einer Ebene erstreckenden Targets substrat, dessen Dickenrichtung senkrecht zu seiner Ebene verläuft, einer Brennschicht aus hitzebeständigem Metall, die auf dem Targets substrat abgelagert ist, um Röntgenstrahlen zu erzeugen, und einer Zwischenschicht, die zwischen
5 der Brennschicht und dem Targets substrat liegt, wobei das Targets substrat zur Gänze aus einem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Fasergewebematerial gebildet ist.

Eine Drehanodenstruktur dieser Art ist aus der EP 0 323 366 A1 bekannt. Röntgenröhren sind zu einem grundlegenden Bestandteil medizinisch-diagnostischer Bildgebungsverfahren, medizinischer Therapien, zahlreicher medizinischer Testverfahren und der Materialanalyseindustrie geworden.
10 Typische Röntgenröhren werden mit einer rotierenden Anodenstruktur aufgebaut, um die im Brennpunkt erzeugte Wärme zu verteilen. Die Anode wird durch einen Induktionsmotor in Drehung versetzt, der einen zylindrischen Rotor aufweist, welcher in eine freitragende Achse eingebaut ist, die das scheibenförmige Anodentarget trägt, und durch eine Eisenstatorstruktur mit Kupferwicklungen, welche den länglichen Hals der Röntgenröhre umgibt, der den Rotor enthält. Der Rotor der
15 Drehanodenanordnung, der durch den den Rotor der Anodenanordnung umgebenden Stator angetrieben wird, liegt auf anodischem Potential, während der Stator elektrisch auf Masse gelegt ist. Die Röntgenröhrenkathode liefert einen fokussierten Elektronenstrahl, der über den Vakuumschlitz zwischen Anode und Kathode beschleunigt wird und beim Aufprall auf der Anode Röntgenstrahlen erzeugt.

Bei Röntgenröhrengeräten mit drehbaren Anoden weist das Target typischerweise eine Scheibe aus einem hitzebeständigen Metall wie Wolfram auf, und die Röntgenstrahlen werden durch Aufprall des Elektronenstrahles auf diesem Target erzeugt, während das Target mit hoher Geschwindigkeit gedreht wird. Hochgeschwindigkeitsdrehanoden können 9000 bis 11000 U/min erreichen. Die Drehung des Targets wird erreicht, indem der Rotor angetrieben wird, der auf einem
25 Trägerschaft vorgesehen ist, welcher sich vom Target wegerstreckt.

Die Betriebsbedingungen von Röntgenröhren haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten beträchtlich verändert. Die US-Patente Nr. 4 119 261 und Nr. 4 129 241 beziehen sich beide auf das Verbinden von Drehanoden aus Molybdän und Molybdän-Wolfram-Legierungen mit Schäften, die aus Niob und dessen Legierungen gefertigt sind. Ständige Erhöhungen der beim Röhrenbetrieb angewandten Energie haben dazu geführt, daß man bei der Targetzusammensetzung auf TZM
30 oder andere Molybdänlegierungen übergeht, um den Targetdurchmesser und das Targetgewicht zu erhöhen, sowie auch auf die Verwendung von Graphit als Wärmesenke in der Rückseite des Target. Zukünftige Computertomographiescanner (CTs) werden in der Lage sein, die Abtastzeit von einer 1-Sekunden-Drehung auf eine 1/2-Sekunden-Drehung oder weniger zu reduzieren. Diese Verringerung der Abtastzeit wird jedoch ziemlich sicher eine Veränderung des Designs heutiger CT-Anoden erfordern. Das aktuelle CT-Anodendesign umfaßt zwei Scheiben, eine aus einem hochwärmespeicherfähigem Material wie Graphit, und eine zweite aus einer Molybdänlegierung wie TZM. Diese beiden konzentrischen Scheiben werden in einem Hartlötprozeß miteinander verbunden. Eine dünne Schicht aus hitzebeständigem Material, wie Wolfram oder eine Wolframlegierung, wird abgelagert, um eine Brennschicht zu bilden. Eine solche Schichtkörper-Substratstruktur
40 kann mehr als 4 kg wiegen. Bei schnelleren Scannerdrehgeschwindigkeiten erhöhen schwere Targets nicht nur die mechanische Beanspruchung der Lagermaterialien, sondern auch die Brennschichtdurchbiegungsbewegung erhöhen, was Bildartefakte erzeugt.

Die Erfindung zielt darauf ab, eine Drehanodenstruktur der einleitend angegebenen Art so auszugestalten, daß sie eine leichtgewichtige Konstruktion aufweist, die eine Gewebegeometrie hat, welche zu einer verhältnismäßig hohen thermischen Expansion in einer Richtung in der Ebene des
45 Targets substrates führt, um das Brennschichtmaterial aufnehmen zu können, sowie eine verhältnismäßig hohe Wärmeleitfähigkeit, um die Belastbarkeitsanforderungen der Brennschicht zu erfüllen, und die in der Lage ist, Überbeanspruchungen aufzunehmen und Mikrorisse zu reduzieren.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Targets substrat, wie an sich bekannt, eine hohe Wärmeleitfähigkeit in seiner Dickenrichtung (z-Richtung) hat, daß diese hohe Wärmeleitfähigkeit des als Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper ausgebildeten Targetsubstrates durch einen hohen Faservolumenanteil an hochfesten und mit hohen Modulen ausgestatteten Fasern bestimmt ist, wobei das in Richtung der Ebene des Targets substrates liegende Gewebe ein
50 feineres Gewebe aus einer Faser mit geringer Leitfähigkeit und niedrigem Modul ist, und daß die
55

Zwischenschicht eine die Beanspruchungen auf Grund unterschiedlicher Wärmedehnung zwischen dem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Targetsubstrat und der hitzebeständigen Metallbrennspurschicht abbauende Rheniumzwischenschicht ist, die vorzugsweise eine Dicke im Bereich von 50-100 μm hat.

5 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Rheniumzwischenschicht durch Niederdruckplasmasprühen (LPPS) aufgebracht ist. Nach einem weiteren Erfindungsmerkmal ist die Brennspurschicht, wie an sich bekannt, eine Wolfram-Rhenium-Brennspurschicht.

10 Vorzugsweise hat die Wolfram-Rhenium-Brennspurschicht im Rahmen der Erfindung eine Dicke im Bereich von 200-500 μm und weist nach einem weiteren Erfindungsmerkmal 5-10% Rhenium auf.

Die vorliegende Erfindung schafft eine leichtgewichtige Targetanode aus kohlenstoffhaltigen Materialien und einer hitzebeständigen Metallbrennspurbeschichtung zur Verwendung z.B. in CT-Scannern. Insbesondere werden Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpersubstrate für eine Röntgendrehanode geschaffen, welche den Graphit der früheren Systemen ersetzen, mit Bestandteilen und Gewebegeometrien, welche zu einer verhältnismäßig hohen thermischen Expansion in einer Richtung in der Ebene führen, um das Brennspurmaterial aufzunehmen, zu einer hohen Wärmeleitfähigkeit durch die Dicke hindurch, um die Belastbarkeitsanforderungen der Brennspur zu erfüllen, und einer hohen mechanischen Festigkeit, um die Rotationsbeanspruchungen auszuhalten. Die vorliegende Erfindung schafft eine Beschichtung, die in der Lage ist, das hitzebeständige Metall der Brennspur mit der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper-Röntgenröhrenanode zu verbinden, um Beanspruchungen auf Grund thermischer Expansionsunterschiede zwischen dem hitzebeständigen Material und dem kohlenstoffhaltigen Material zu entlasten. Die Zwischenschicht zwischen der Brennspurschicht und dem Substrat fängt die Beanspruchungen auf Grund von Fehlanpassungen in der thermischen Expansion zwischen dem Anodentargetsubstrat und der hitzebeständigen Metallbrennspurschicht auf.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung an Hand von Zeichnungen, in denen Fig. 1 eine querschnittliche Darstellung eines CT-Anodentargets nach dem Stand der Technik und Fig. 2 eine querschnittliche Darstellung eines erfindungsgemäßen CT-Anodentargets ist.

30 Ausführliche Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Röntgenröhren, bei welchen eine Drehanodenanordnung und eine Kathodenanordnung verwendet werden. Der Zweck der Erfindung besteht darin, eine leichtgewichtige Drehanode zu schaffen, die in der Lage ist, schnellere Scannerrotationsgeschwindigkeiten zu erlauben. Die leichtgewichtige Targetanode besteht bevorzugt aus kohlenstoffhaltigen Materialien, wie einem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper, und ist ein möglicher Kandidat für den Ersatz von verhältnismäßig schweren hartverlöteten Graphitanodenkonstruktionen heutiger und zukünftiger CT-Scannersysteme. Targets aus kohlenstoffhaltigem Material haben zumindest vergleichbare thermische Leistungsfähigkeit, während sie eine beträchtliche Gewichtsreduktion im Vergleich zu bestehenden Röhrentargetprodukten erreichen.

40 Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen zeigt Fig. 1 ein typisches CT-Anodentarget 10 nach dem Stand der Technik. Das gegenwärtige Design der CT-Anode 10 umfaßt zwei Scheiben 12 und 14. Die eine Scheibe 14 ist aus einem stark wärmespeichernden Material, wie Graphit, und die zweite Scheibe 12 ist aus einer Molybdänlegierung, wie TZM. Diese beiden konzentrischen Scheiben sind durch einen Hartlötprozeß miteinander verbunden. Eine dünne Schicht aus hitzebeständigem Material, wie Wolfram oder eine Wolframlegierung, ist abgelagert, um eine Brennspur 16 zu bilden. Eine solche Schichtkörperstruktur kann über 4 kg wiegen. Bei schnelleren Scannerrotationsgeschwindigkeiten erhöhen schwere Targets nicht nur die mechanischen Beanspruchungen auf den Lagermaterialien, sondern es wird auch die Durchbiegebewegung des Brennpunktes verstärkt, was Bildartefakte erzeugt.

50 Die vorliegende Erfindung schlägt eine maßgefertigte gewebte Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörperstruktur, bzw. verstärkte Kohlenstoff-Kohlenstoff-Kompositfilze vor, um das Graphitmaterial in bestehenden CT-Scannersystemen zu ersetzen. Kohlenstoffhaltige Materialien haben bereits die gewünschten thermischen und mechanischen Eigenschaften für Röntgenapplikationen, wie ein hohes Festigkeit-zu-Gewicht-Verhältnis, Festigkeitskonstanz und Kriechbeständigkeit über

einen weiten Temperaturbereich, Widerstandsfähigkeit gegenüber thermischen Schocks, hohe Festigkeit und hohe Wärmeleitfähigkeit. Diese Eigenschaften sind in einem CT-Anodendesign wichtig. Die vorliegende Erfindung schlägt die Verwendung von Webverfahren und -technologien vor, die in der Technik gut bekannt sind, angewandt auf kohlenstoffhaltige Materialien, um leichtgewichtige Anodenstrukturen zu erzielen.

Die durch die Dicke hindurchgehende hohe Leitfähigkeit des kohlenstoffhaltigen Substrats der vorliegenden Erfindung wird durch einen hohen Faservolumenanteil an hochfesten und mit hohen Modulen ausgestatteten Fasern erreicht. Geeignete Materialien umfassen beispielsweise Amoco P-120 oder Produkte auf Basis der Stärke K-1100. Dampfgewachsene Kohlenstofffasern (vapor grown carbon fibers, VGCF) mit einer Wärmeleitfähigkeit von mehr als 1500 W/m K und hoher Festigkeit und Steifigkeit sind ein alternatives Material für die Verstärkung in z-Richtung.

In der in der Ebene liegenden Richtung wird der Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper unter Verwendung einer Faser mit geringer Leitfähigkeit und niedrigem Modul gewebt. Rayon-Vorläufmaterialien, wie kontinuierliche Fasern oder Stoffe, haben verhältnismäßig geringe Festigkeit, Elastizitätsmodule und Wärmeeigenschaften. Das sind typischerweise Parameter, die zu einem kohlenstoffhaltigen Material mit verhältnismäßig hoher Wärmedehnung führen.

Für CT-Anwendungen wird das Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpermaterial behandelt und mit dem richtigen Volumen an Fasern versehen, um zumindest dieselbe thermische Leistungsfähigkeit wie von hartgelötetem Graphit zu erzielen. Die Faser wird in z-Richtung verwoben, verdichtet und wärmebehandelt, um eine zumindest doppelt so hohe Leitfähigkeit wie jene von Graphit in der z-Richtung zu erzielen, und eine in der Ebene liegende Leitfähigkeit größer oder gleich jener von Graphit, u.zw. mit Hilfe von Behandlungs- und Webprozessen, die in der Technik gut bekannt sind.

Um den Einsatz von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpern in Röntgenröhrenanwendungen zu ermöglichen, ist die Entwicklung eines anhaftenden langlebigen Brennsystems erforderlich, Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper, einschließlich maßgefertigter gewebter Strukturen und Kohlenstofffaserfilze, haben einen geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten (coefficient of thermal expansion, CTE) als Brennschichtmaterialien aus hitzebeständigen Metallen. Die Fehlanpassung in der Wärmedehnung zwischen dem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpersubstrat und der Targetbrennschicht kann zu starken Verarbeitungs- oder Betriebsbeanspruchungen und der Folge eines Abblätterns der Brennschicht führen. Daher sind existierende Brennschichtbeschichtungsverfahren, auch wenn sie für Graphitanoden geeignet sind, nicht in der Lage, die Beanspruchungen auf Grund von Unterschieden in der Wärmedehnung zwischen kohlenstoffhaltigen und hitzebeständigen Materialien abzubauen.

Die vorliegende Erfindung schafft ein Brennschichtbeschichtungssystem, das das Ersetzen von Graphitmaterialien in einer CT-Anodenstruktur durch Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper ermöglicht, was schnellere Scannerdrehungsgeschwindigkeiten erlaubt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die gegenwärtige Targetkonstruktion von Fig. 1 durch ein leichtgewichtigeres Substrat ersetzt, das in seiner thermischen Leistungsfähigkeit mit dem vorliegenden Target vergleichbar ist. Fig. 2 ist eine querschnittliche Darstellung eines CT-Anodentargets 18, das gemäß der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Graphitmaterial ist bekannt dafür, daß es eine hohe Wärmespeicherkapazität und eine geringe Dichte hat. Leider hat es sich für Targets größeren Durchmesser als untauglich erwiesen. Auf Grund der geringen mechanischen Festigkeit von Graphit tendieren Targets mit größerem Durchmesser dazu, unter dem Einfluß der Zentrifugalkraft auseinanderzubrechen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung werden daher andere kohlenstoffhaltige Materialien, wie Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper, vorgesehen, um die heutigen CT-Anodentargets 10 zu ersetzen. Wie oben beschrieben, werden diese multidirektionalen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper mit bestimmten thermophysikalischen und mechanischen Eigenschaften maßgefertigt, um ihren Ausdehnungskoeffizienten in der in der Ebene liegenden Richtung zu erhöhen und eine hohe Wärmeleitfähigkeit durch die Dicke hindurch zu schaffen.

In Fig. 2 besteht das Anodentarget 18 aus einem solchen Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper 20. Eine dünne Schicht aus hitzebeständigem Metall, wie Wolfram oder Wolframlegierung, einschließlich Wolfram-Rhenium, ist abgelagert, um eine Brennschicht 22 zu bilden. Die bevorzugte Dicke der hitzebeständigen Metallschicht 22 liegt in einem Bereich von 200 bis 500 µm

und ihre Zusammensetzung umfaßt 5-10 % Rhenium. Um Spannungen auf Grund von Wärmeausdehnungsunterschieden zwischen dem kohlenstoffhaltigen Material 20 und dem hitzebeständigen Metall der Brennschicht 22 abzubauen, weist das Anodentarget 18 eine Zwischenschicht 24 auf. Die Zwischenschicht 24 bildet einen verformbaren Übergang zwischen dem kohlenstoffhaltigen Material 20 und der Brennschicht 22.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die Zwischenschicht 24 eine Rheniumzwischenschicht auf, die eine hohe Verformbarkeit bieten kann, insbesondere wenn die Zwischenschicht eine dicke Zwischenschicht ist, merklich größer als 10 µm. Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist die Dicke der Rheniumzwischenschicht bevorzugt etwa 50-100 µm. Diese verhältnismäßig dicke verformbare Zwischenschicht ist in der Lage, übermäßige Zugbeanspruchungen auf Grund von Wärmedehnungsunterschieden gegenüber dem Substrat beim Abkühlen von der Ablagerungstemperatur herunter aufzunehmen und Mikrorisse des Brennschichtbeschichtungssystems während des thermischen Zyklus zu reduzieren.

Ein anhaftendes Brennschichtsystem auf Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpermaterialien wird durch jedes beliebige geeignete Verfahren gebildet, wie Niederdruckplasmasprühen (low pressure plasma spraying, LPPS), chemische Dampfablagerung (chemical vapor deposition, CVD) oder andere zufriedenstellende Methoden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform dieser Erfindung ist LPPS das Verfahren zum Bilden der anhaftenden Brennschichten, welche Schichten die Deckschicht (typischerweise Wolfram-Rhenium) und die Zwischenschicht (bevorzugt Rhenium) umfassen. Chemische Dampfablagerung (CVD) hat die Tendenz, hochdichte Beschichtungen zu erzeugen. Simulierte Elektronenstrahlversuche auf CVD-beschichteten Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörpermaterialien haben gezeigt, daß diese hochdichten CVD-Beschichtungen die während des thermischen Kreislaufes erzeugten thermomechanischen Beanspruchungen nicht aufnehmen können und eine gewisse Verschlechterung der Schnittstelle zwischen der Rheniumzwischenschicht und der Deckschicht auftritt. Im Gegensatz dazu übertreffen LPPS-Beschichtungen mit einem kontrollierten Porositätsgrad von unter 2% nicht nur CVD-Beschichtungen unter gleichen thermischen Zyklusbedingungen, sondern sind auch in der Lage, dieselbe thermische Belastung wie bestehende Graphittargets auszuhalten.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein kohlenstoffhaltiges Material zum Aufbau leichtgewichtiger Drehanodenstrukturen für Röntgenröhren geschaffen. Darüber hinaus wird ein Brennschichtbeschichtungssystem für diese kohlenstoffhaltige Schichtkörper-Röntgenanoden geschaffen, das in der Lage ist, die Beanspruchungen auf Grund von Unterschieden in den Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem kohlenstoffhaltigen Material der Anode und dem hitzebeständigen Metall der Brennschicht abzubauen. Das Brennschichtsystem der vorliegenden Erfindung schafft eine Doppelschichtstruktur mit einer feinkörnigen Rheniumschicht und einer feinkörnigen Deckschicht aus einer Wolfram-Rhenium-Legierung.

Fachleuten ist klar, daß zahlreiche Modifikationen und Variationen der vorliegenden Erfindung möglich sind, ohne den Umfang der Erfindung zu verlassen, welche Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper für CT-Targets schafft. Die erfindungsgemäß hergestellten Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper targets haben vergleichbare oder bessere thermische Leistungsfähigkeit und ein um 50% verringertes Gewicht im Vergleich zu bestehenden CT-Röhrentargetprodukten.

Die Erfindung wurde im Detail unter spezieller Bezugnahme auf bestimmte bevorzugte Ausführungsformen beschrieben, aber es versteht sich, daß Modifikationen und Variationen im Geist und Rahmen der Erfindung vorgenommen werden können.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Drehanodenstruktur für eine Röntgenröhre, mit einem sich in einer Ebene erstreckenden Targetssubstrat, dessen Dickenrichtung senkrecht zu seiner Ebene verläuft, einer Brennschicht aus hitzebeständigem Metall, die auf dem Targetssubstrat abgelagert ist, um Röntgenstrahlen zu erzeugen, und einer Zwischenschicht, die zwischen der Brennschicht und dem Targetssubstrat liegt, wobei das Targetssubstrat zur Gänze aus einem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Fasergewebematerial gebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß das

5 Targetsubstrat (20), wie an sich bekannt, eine hohe Wärmeleitfähigkeit in seiner Dickenrichtung (z-Richtung) hat, daß diese hohe Wärmeleitfähigkeit des als Kohlenstoff-Kohlenstoff-Schichtkörper ausgebildeten Targetsubstrates (20) durch einen hohen Faservolumenanteil an hochfesten und mit hohen Modulen ausgestatteten Fasern bestimmt ist, wobei das in Richtung der Ebene des Targetsubstrates (20) liegende Gewebe ein feineres Gewebe aus einer Faser mit geringer Leitfähigkeit und niedrigem Modul ist, und daß die Zwischenschicht (24) eine die Beanspruchungen auf Grund unterschiedlicher Wärmedehnung zwischen dem Kohlenstoff-Kohlenstoff-Targetsubstrat (20) und der hitzebeständigen Metallbrennspurschicht (22) abbauende Rheniumzwischenschicht (24) ist, die vorzugsweise eine Dicke im Bereich von 50-100 µm hat.

- 10
2. Drehanodenstruktur nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Rheniumzwischenschicht (24) durch Niederdruckplasmasprühen (LPPS) aufgebracht ist.
 3. Drehanodenstruktur nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Brennschicht (22), wie an sich bekannt, eine Wolfram-Rhenium-Brennschicht (22) ist.
 - 15 4. Drehanodenstruktur nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wolfram-Rhenium-Brennschicht (22) eine Dicke im Bereich von 200-500 µm hat.
 5. Drehanodenstruktur nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wolfram-Rhenium-Brennschicht (22) 5-10% Rhenium aufweist.

20

HIEZU 1 BLATT ZEICHNUNGEN

25

30

35

40

45

50

55

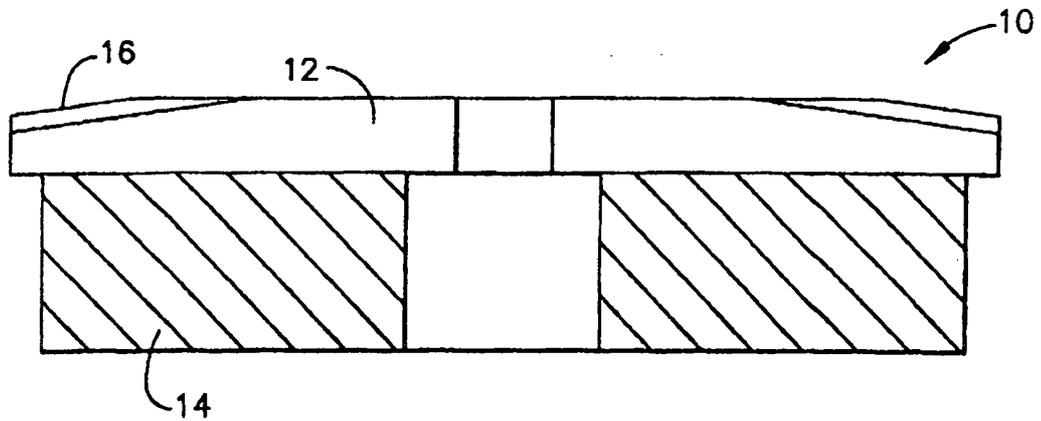


FIG. 1

(STAND DER TECHNIK)

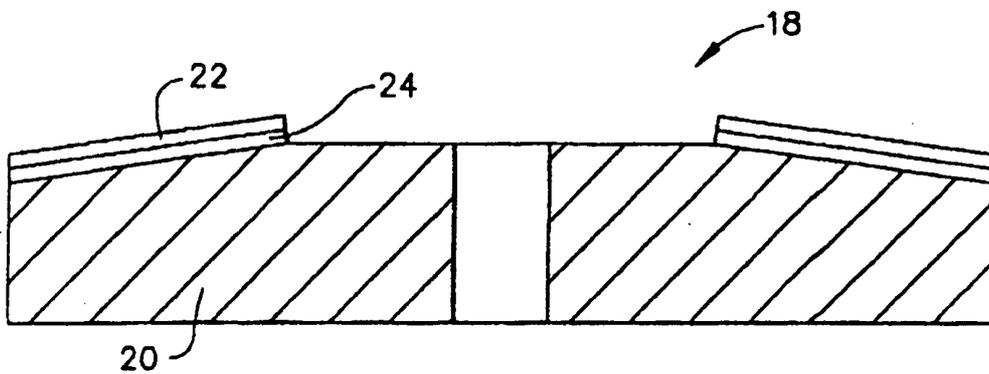


FIG. 2