



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 688 B**

(12)

## PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 1971/98  
(22) Anmeldetag: 24.11.1998  
(42) Beginn der Patentdauer: 15.10.2004  
(45) Ausgabetag: 25.05.2005

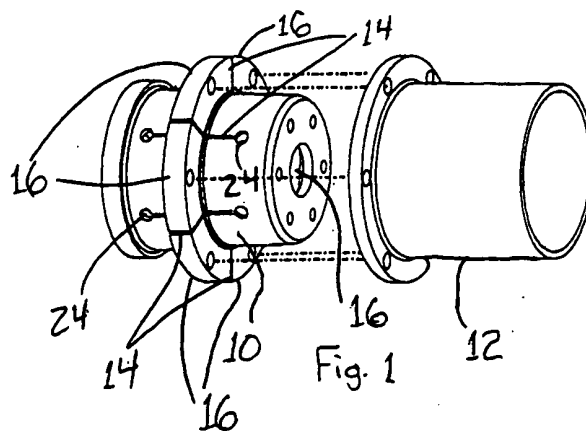
(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H01J 35/10**

(30) Priorität:  
25.11.1997 US 978111 beansprucht.  
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3924277C1 US 5097172A US 4751776A  
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, VOL. 007,  
NO. 284  
JP 58163137A

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

### (54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER VERBINDUNG VON RÖNTGENRÖHRENKOMponentEN

(57) Verfahren zum Herstellen einer Verbindung von Röntgenröhrenkomponenten, die unterschiedliches Wärmeausdehnungsvermögen haben, wobei eine erste und eine zweite Drehkörperkomponente (10, 12) mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten ineinander gesteckt werden, wobei mehrere Schlitze (14) vorzugsweise über annähernd die axiale Länge einer der beiden Drehkörperkomponenten erzeugt werden, die über den Umfang der Drehkörperkomponente symmetrisch beabstandet werden und jeder Schlitz an den Schlitzenden mit einer vorzugsweise kreisförmigen Enderweiterung (24) versehen wird, um die Unterschiede in den Wärmeausdehnungskoeffizienten auszugleichen und bei Betriebstemperatur einen Preßsitz der Komponenten aufrechtzuerhalten.



AT 412 688 B

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Herstellen einer Verbindung von Röntgenröhrenkomponenten, die unterschiedliches Wärmeausdehnungsvermögen haben.

Röntgenröhren sind zu einem wesentlichen Bestandteil medizinisch-diagnostischer Bildgebungsverfahren, medizinischer Therapien, verschiedenster medizinischer Testindustrien sowie zahlreicher Materialanalyseindustrien geworden. Typische Röntgenröhren sind mit einer Drehanodenstruktur aufgebaut, um die im Brennfleck erzeugte Wärme zu verteilen. Die Anode wird von einem Induktionsmotor in Drehung versetzt, der aus einem zylindrischen Rotor, welcher in eine Achse eingebaut ist, die das scheibenförmige Anodentarget trägt, und aus einer Eisenstatorstruktur mit Kupferwicklungen besteht, welche den langgestreckten Hals der Röntgenröhre umgibt, der den Rotor enthält. Der Rotor der Drehanodenanordnung, der von dem ihn umgebenden Stator angetrieben wird, liegt auf anodischem Potential, wogegen der Stator manchmal elektrisch geerdet wird. Die Röntgenröhrenkathode erzeugt einen fokussierten Elektronenstrahl, der über den Vakuumpalt zwischen Anode und Kathode beschleunigt wird und beim Aufprall auf die Anode Röntgenstrahlen erzeugt.

Bei einer Röntgenröhrenvorrichtung mit einer Drehanode besteht das Target aus einer Scheibe aus einem hitzebeständigen Metall wie Wolfram, und Röntgenstrahlen werden erzeugt, indem der Elektronenstrahl auf dieses Target auftreffen gelassen wird, während das Target mit hoher Geschwindigkeit gedreht wird. Die Drehung des Targets wird durch Antreiben des Rotors erreicht, der auf einem Trägerschaft angeordnet ist, welcher sich vom Target wegerstreckt. Diese Anordnung ist für rotierende Röntgenröhren typisch und seit ihrer Einführung in der Betriebsweise relativ unverändert geblieben. Die Betriebsbedingungen für Röntgenröhren haben sich jedoch in den letzten zwei Jahrzehnten beträchtlich verändert.

Moderne Röntgenröhren verwenden große (200 mm Durchmesser, 4,5 kg), frei auskragend montierte Targets, die sich mit Geschwindigkeiten von bis zu 10.000 U/min drehen. Extrem hohe Temperaturänderungen treten während des Betriebes der Röhre auf, u.zw. im Bereich von Raumtemperatur bis zu 1600°C, hervorgerufen durch die Abbremsung schneller Elektronen in der Wolfram-Rheniumschicht der Targetbrennschicht. In einer typischen Röntgenröhre werden das Target, die Rotoranordnung und die Lageranordnung beispielsweise über verschraubte, verlötete und/oder verschweißte Verbindungsstellen bzw. Schnittstellen zusammengebaut.

Für die Zwecke des Wärmemanagements und des Komponentenschutzes, z.B. der Lager, werden Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit in den Wärmepfad eingebaut. Im allgemeinen haben solche Materialien einen wesentlich höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten als andere in der Röntgenröhre verwendete Materialien. Diese Komponenten müssen jedoch mit den anderen auf irgendeine Art und Weise verbunden werden (d.h. durch Schweißen, Löten, Verschrauben usw.). An diesen Schnittstellen kann das größere Maß an Wachstum daher ein Nachgeben jener Komponenten bewirken, die mit einer kleineren Rate wachsen.

Die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten und hohen Temperaturen ist extrem kritisch. Eine typische Unwuchttoleranz größerer Röhren zum Vertriebszeitpunkt ist 5 g-cm in der Target- oder der Rotorebene. Annähernd 5% aller hergestellten Röhren mit großen Targets (165 mm Durchmesser, 2,7 kg) sind auf Grund starker Unwucht unbrauchbar. Eine Verschiebung des Targetschwerpunktes um 19 µm erzeugt bereits dieses Maß an Unwucht. In dem Maße, wie die Anoden größer und schwerer werden, wird das Maß an Verschiebung, das die zulässige Unwuchttoleranz überschreitet, kleiner. Bei den neuesten Targetgrößen (Durchmesser etwa 200 mm und Masse etwa 4,5 kg) übersteigt bereits eine Verschiebung von 11 µm die zulässige Unwuchttoleranz. Solche kleinen Verschiebungen können jedoch wegen der großen Temperaturunterschiede in Verbindung mit der Verwendung von Materialien, die unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten haben, bereits leicht auftreten. Darüber hinaus ist die Auswahl von kompatiblen Materialien für die Schnittstellen oft durch die Betriebstemperatur, die Materialfestigkeit und die Materialausdehnungseigenschaften begrenzt. Zusätzlich sind verschraubte, gelötete oder geschweißte Schnittstellen eine Hauptursache für Unwucht.

Es sei erwähnt, daß die DE 39 24 277 eine keramische Transportwelle offenbart, die an wenigstens einem Ende mit einer metallischen Endkappe versehen ist, über die die Ankoppelung der Transportwelle an einen Drehantrieb erfolgt. Die Endkappe hat einen Innendurchmesser, der größer ist als der Außendurchmesser der Transportwelle an dieser Stelle. In dem Zwischenraum ist eine metallische Hülse angeordnet. Die Hülse weist axiale Schlitze auf und besteht aus einem

Metall, das einen größeren linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das Metall, aus dem die Endkappe besteht. Durch die Wärmeausdehnung der Wand der Hülse in radialer Richtung wird die durch die Wärmeausdehnung der Endkappe bedingte Durchmesservergrößerung der Endkappe kompensiert.

5 Die Erfindung zielt darauf ab, ein verbessertes Verfahren zum Verbinden zweier oder mehrerer Teile einer Röntgenröhre zu schaffen, die unterschiedliches Wärmeausdehnungsvermögen haben, insbesondere für Hochtemperaturanwendungen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen einer Verbindung von Röntgenröhrenkomponenten der einleitend angegebenen Art zeichnet sich dadurch aus, daß eine erste und eine  
10 zweite Drehkörperkomponente mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten ineinander gesteckt werden, wobei mehrere Schlitzte vorzugsweise über annähernd die axiale Länge einer der beiden Drehkörperkomponenten erzeugt werden, die über den Umfang der Drehkörperkomponente symmetrisch beabstandet werden und jeder Schlitz an den Schlitzenden mit einer vorzugsweise kreisförmigen Enderweiterung versehen wird, um die Unterschiede in den Wärmeausdehnungskoeffizienten auszugleichen und bei Betriebstemperatur einen Preßsitz der Komponenten aufrechtzuerhalten.

Nach einem anderen Verfahrensmerkmal werden in der mit Schlitzten versehenen Drehkörperkomponente durch die gleich beabstandeten Schlitzte radial nachgiebige Abschnitte geformt.

Nach einem weiteren Verfahrensmerkmal werden eine erste und eine zweite Drehkörperkomponente mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten in ein Kupplungselement gesteckt,  
20 wobei mehrere über den Umfang des Kupplungsstückes symmetrisch beabstandete Schlitzte vorzugsweise über annähernd die axiale Länge des Kupplungselementes erzeugt werden und jeder Schlitz an den Schlitzenden mit einer vorzugsweise kreisförmigen Enderweiterung versehen wird, um die Unterschiede in den Wärmeausdehnungskoeffizienten auszugleichen und bei Betriebstemperatur einen Preßsitz der Komponenten aufrechtzuerhalten.

25 Vorzugsweise wird ein Kupplungselement mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten verwendet, der größer als jener der ersten Komponente, aber kleiner als jener der zweiten Komponente ist.

Alternativ wird die körperliche Ausdehnung innerhalb des Kupplungselementes an der Schnittstelle mit der Komponente mit dem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten reduziert.

Die vorliegende Erfindung erreicht eine beträchtliche Verbesserung des Sitzes zwischen den verbundenen Teilen der Röntgenröhre, die unterschiedliches Wärmeausdehnungsvermögen haben. Insbesondere ermöglicht die Erfindung, bei Betriebstemperatur der Röntgenröhre eine Preßpassung zwischen den Röhrenkomponenten aufrechtzuerhalten, um Umwuchtprobleme zu vermeiden bzw. die für Röntgenröhren typische Umwuchttoleranzen einzuhalten.

Weitere Merkmale der Erfindung gehen aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen hervor, in denen die Fig. 1-6 erfindungsgemäße Verbindungsverfahren zum Verbinden der Komponenten einer Röntgenröhre zeigen.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 1-6 schlägt die vorliegende Erfindung die Verwendung einer  
40 Preßsitzanordnung in der Röntgenröhrenkonstruktion vor, um den Halt der Verbindung und die Integrität des Gleichgewichtes der Verbindungskomponenten zu verbessern. Die Nachgiebigkeit der Verbindung wird erhöht, indem geometrische Modifikationen vorgenommen werden, bevorzugt Modifikationen, welche die Ring- und Radialsteifigkeit und die Ring- und Radialspannungen der Verbindung reduzieren, die auf Grund der unterschiedlichen Wärmedehnung der Verbindungsmaterialien auftreten. Das Verfahren der vorliegenden Erfindung erreicht dies, wobei gleichzeitig der  
45 Preßsitz im gesamten Betriebstemperaturbereich der Verbindung erhalten wird.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 schafft die vorliegende Erfindung eine beträchtliche Verbesserung der Schnittstelle zwischen Komponenten mit unterschiedlichem Wärmeausdehnungsvermögen. In Fig. 1 soll die Drehkörperkomponente 10 mit der Drehkörperkomponente 12 verschraubt werden. Bei diesem Beispiel ist die Drehkörperkomponente 10 die Komponente mit dem höheren Ausdehnungskoeffizienten und wird in die Drehkörperkomponente 12 eingeführt. Die Nachgiebigkeit der Verbindung wird gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht, indem geometrische Modifikationen in die Röntgenröhrenstruktur eingebracht werden. Im speziellen werden Schlitzte 14 vorgesehen, die bevorzugt an jedem Ende in einer kreisförmigen Enderweiterung 24 münden, um  
55 die Beanspruchungskonzentrationen an den Enden jedes Schlitzes 14 zu reduzieren. Dieses

Schlitzten erzeugt nachgiebige Abschnitte 16, die dazu verwendet werden, diesen Teil mit anderen Teilen der Schnittstelle mechanisch zu verbinden.

Der Einschluß von Schlitzten 14 im Teil 10 hat den Vorteil, die physikalische Ausdehnung dieser Drehkörperkomponente 10 in der Verbindung zu reduzieren. Ohne das Verbindungsverfahren der vorliegenden Erfindung expandiert die Drehkörperkomponente 10 mit dem höheren Koeffizienten rascher als die Drehkörperkomponente 12 mit dem geringeren Koeffizienten, was die Beibehaltung des Gleichgewichtes der Endstruktur ungünstig beeinträchtigt. Mit dem Verbindungsverfahren der vorliegenden Erfindung wird die geschlitzte Drehkörperkomponente 10, anstatt daß sie ein einziger, weniger nachgiebiger Teil ist, zu mehreren, nachgiebigeren Teilen. Im speziellen umfaßt in den Fig. 1 und 2 bei sechs Schlitzten 14 die Drehkörperkomponente 10 nun sechs nachgiebige Abschnitte 16, anstatt daß sie eine einzige (nicht-geschlitzte) starre Komponente ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die geschlitzte Komponente die Drehkörperkomponente mit dem höheren Ausdehnungskoeffizienten sein, so daß die Schlitzte den Effekt einer Reduzierung des physikalischen Wachstums dieser Komponente im Inneren der Schnittstelle haben, um geringere Beanspruchungen hervorzurufen, insbesondere wenn diese Drehkörperkomponente in eine Drehkörperkomponente mit einem geringeren Ausdehnungskoeffizienten und daher geringerem Wachstum eingesetzt werden soll. Natürlich könnte, wenn es eine Analyse der Beanspruchungen und die Konfiguration der Verbindung diktieren, es auch die Drehkörperkomponente mit dem geringeren Ausdehnungskoeffizienten sein, welche geschlitzt ist.

In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung wird ein gesonderter geschlitzter Teil oder ein Kupplungselement 18, wie in den Fig. 3-6 gezeigt, zwischen die beiden Drehkörperkomponenten 20 und 22 mit unterschiedlichem Wärmeausdehnungsvermögen eingesetzt, um sie zu verbinden. In diesem Fall hat das Kupplungselement 18 typischerweise einen Wärmeausdehnungskoeffizienten, der kleiner ist als jener des einen Teiles 20 oder 22 und größer als jener des anderen Teiles 22 bzw. 20.

In den Zeichnungen verlaufen die Schlitzte 14 bevorzugt entlang der Axiallänge der geschlitzten Komponente 10 oder 18, um die Umfangsintegrität der Struktur zu erhalten. Ferner sind die Schlitzte typischerweise symmetrisch voneinander beabstandet, um die Beanspruchungen gleichmäßig zu halten, obwohl auch ein unsymmetrisches Schlitzten vorgenommen werden könnte, um bestimmte Beanspruchungssituationen zu erzeugen, falls gewünscht. Die Länge und Anzahl der Schlitzte sind die steuernden Faktoren für die Nachgiebigkeit. Beispielsweise ergeben längere Schlitzte notwendigerweise größere Nachgiebigkeit, wogegen kürzere Schlitzte das Maß an erzielter Nachgiebigkeit verringern. In gleicher Weise bewirkt ein Erhöhen der Anzahl der Schlitzte eine geringere Expansion bzw. geringeres Wachstum, wogegen ein Verringern der Anzahl der Schlitzte eine stärkere Expansion zuläßt als eine größere Anzahl von Schlitzten, aber immer noch weniger Expansion als eine nicht-geschlitzte Komponente. Folglich können die Anzahl der Schlitzte, die Länge und ihre Verteilung variiert werden, um verschiedene Realisierungen zu erreichen.

Die Erfindung wurde unter Bezugnahme auf spezielle Ausführungsformen im Detail beschrieben, aber es versteht sich, daß alle Modifikationen und Variationen vorgenommen werden können, die im Rahmen der Erfindung liegen.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Herstellen einer Verbindung von Röntgenröhrenkomponenten, die unterschiedliches Wärmeausdehnungsvermögen haben, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine erste und eine zweite Drehkörperkomponente (10, 12) mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten ineinander gesteckt werden, wobei mehrere Schlitzte (14) vorzugsweise über annähernd die axiale Länge einer der beiden Drehkörperkomponenten (10 bzw. 12) erzeugt werden, die über den Umfang der Drehkörperkomponente (10 bzw. 12) symmetrisch beabstandet werden und jeder Schlitz (14) an den Schlitzenden mit einer vorzugsweise kreisförmigen Enderweiterung (24) versehen wird, um die Unterschiede in den Wärmeausdehnungskoeffizienten auszugleichen und bei Betriebstemperatur einen Preßsitz der Komponenten (10, 12) aufrecht zu erhalten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der mit Schlitzten (14)

versehenen Drehkörperkomponente (10 bzw. 12) durch die gleich beabstandeten Schlitze (14) radial nachgiebige Abschnitte (16) geformt werden.

3. Verfahren zum Herstellen einer Verbindung von Röntgenröhrenkomponenten, die unterschiedliches Wärmeausdehnungsvermögen haben, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine erste und eine zweite Drehkörperkomponente (20, 22) mit unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten in ein Kupplungselement (18) gesteckt werden, wobei mehrere über den Umfang des Kupplungsstückes (18) symmetrisch beabstandete Schlitze (14) vorzugsweise über annähernd die axiale Länge des Kupplungselementes (18) erzeugt werden und jeder Schlitz (14) an den Schlitzenden mit einer vorzugsweise kreisförmigen End-  
erweiterung (24) versehen wird, um die Unterschiede in den Wärmeausdehnungskoeffizienten auszugleichen und bei Betriebstemperatur einen Preßsitz der Komponenten (20, 22) aufrecht zu erhalten.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Kupplungselement (18) mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten verwendet wird, der größer als jener der ersten Komponente (20 bzw. 22), aber kleiner als jener der zweiten Komponente (22 bzw. 20) ist.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die infolge der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der ersten und der zweiten Drehkörperkomponente (20, 22) auftretenden Spannungen entlang des Kupplungselementes (18) reduziert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die körperliche Ausdehnung innerhalb des Kupplungselementes (18) an der Schnittstelle mit der Komponente (20 bzw. 22) mit dem größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten reduziert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem mit Schlitzen (14) versehenen Kupplungselement (18) durch die gleich beabstandeten Schlitze (14) radial nachgiebige Abschnitte (16) geformt werden.

## HIEZU 2 BLATT ZEICHNUNGEN

