

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 913 854 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.05.1999 Patentblatt 1999/18

(51) Int. Cl.⁶: **H01J 35/10**

(21) Anmeldenummer: **98203625.3**

(22) Anmeldetag: **27.10.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **30.10.1997 AT 1833/97**

(71) Anmelder:
**PLANSEE Aktiengesellschaft
6600 Reutte, Tirol (AT)**

(72) Erfinder:
• **Rödhammer, Peter Dr.
6600 Reutte (AT)**
• **Sprenger, Dietmar
6600 Reutte (AT)**

(74) Vertreter:
**Lohnert, Wolfgang, Dr.
Plansee Aktiengesellschaft
6600 Reutte (AT)**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-baueinheit**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit für eine Röntgenröhre. Erfindungsgemäß wird dazu ein Grundkörper aus Graphit in einem ersten Schritt als Rohling mit Übermaß mit einer Welle stoffschlüssig verbunden. Dann erfolgt die Weiterbearbeitung der Drehanoden-Baueinheit durch mechanische Bearbeitung auf endformnahe Abmessungen und die Aufbringung des Brennbahnbelages, wobei die Rotationsachse der Welle als Bezug für die Durchführung der mechanischen Bearbeitungen herangezogen wird.

EP 0 913 854 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit für eine Röntgenröhre, bestehend aus einem Drehanoden-Grundkörper und aus einer mit diesem verbundenen Welle, wobei der Grundkörper aus Graphit oder einem anderen hochwarmfesten Material auf Kohlenstoffbasis oder Keramik besteht und mit einem durch ein Beschichtungsverfahren aufgetragenen, Röntgenstrahlung erzeugenden Brennbahnbelag versehen ist.

[0002] Drehanoden für Röntgenröhren bestehen in der Regel aus einem scheibenförmigen Grundkörper mit einem ringförmigen Brennbahnbelag aus einem hochschmelzenden Metall oder Legierung, der durch Elektronenbeschuss die gewünschte Röntgenstrahlung erzeugt.

Der Zentrumsbereich des Grundkörpers ist mit einer zylindrischen, vielfach hohen metallischen Welle verbunden, welche wiederum mit einem Rotor als Antriebs- element für die Drehanode verbunden ist.

Drehanoden-Baueinheiten mit einer Metallscheibe als tragendem Grundkörper besitzen üblicherweise eine zentrale, durchgehende Bohrung im fertig bearbeiteten Drehanoden-Grundkörper, in welche die Welle eingeschoben und in der Regel durch Schraubverbindung mit diesem mechanisch verbunden ist. Dadurch wird eine sichere, ausreichend stabile Verbindung dieser beiden Bauelemente erreicht.

Drehanoden müssen im Betrieb innerhalb kürzester Zeit auf sehr hohe Umfangsgeschwindigkeit beschleunigt werden. Aus diesem Grund werden insbesondere bei großen Drehanoden-Abmessungen, wie sie insbesondere für die Computertomographie benötigt werden, die schweren metallischen Grundkörper vielfach durch solche aus Graphit oder aus einem anderen hochwarmfesten Material auf Kohlenstoffbasis oder Keramik mit einem geringeren spezifischen Gewicht ersetzt.

Der Vorteil des geringeren spezifischen Gewichtes dieser Materialien gegenüber Metallen mit einer vergleichbaren thermischen Belastbarkeit ist jedoch vielfach mit dem schwerwiegenden Nachteil geringerer Festigkeit verbunden, was sich insbesondere auch hinsichtlich der Verbindung zwischen Drehanoden-Grundkörper und Welle negativ auswirken kann.

[0003] So ist es insbesondere von Nachteil, daß Drehanoden aus spezifisch leichten, aber weniger festen Werkstoffen im Betrieb zum Bersten neigen, wenn der Grundkörper mit einer zentralen durchgehenden Bohrung zur mechanischen Verbindung mit der Welle versehen wird. Eine derartige Verbindung Drehanode / Welle ist beispielsweise in der US 4 276 493 beschrieben. Um diesen Nachteil zu beseitigen, hat es daher auch nicht an Vorschlägen gefehlt - insbesondere bei Verwendung von Graphit als Grundkörper - die Welle am Grundkörper ohne durchgehende Bohrung durch Löten zu befestigen.

[0004] Die DE 24 25 082 A1 beschreibt beispielsweise Verbindungen von Drehanoden-Grundkörpern mit hohen Wellen durch Verschweißen und/oder Verlöten. Unter anderem wird auch die Verbindung eines Grundkörpers aus Graphit mit der Welle beschrieben. Zur Verbindung wird der fertig bearbeitete und mit dem Brennbahnbelag versehene Grundkörper mit einem zentral an der Unterseite angeformten, zylindrischen Fortsatz in die rohrförmige Welle eingeschoben und dann das Ende des Fortsatzes mit der Innenwandung der Welle verlötet. Der angeformte Fortsatz ist jedoch für den Werkstoff Graphit, selbst bei großen Übergangsradien zwischen Grundkörper und Fortsatz, aus Festigkeitsgründen keineswegs werkstoffgerecht. Es kann durch Kerbwirkung zu Materialrissen kommen, die einen Ausfall der Drehanode im Betrieb bewirken können.

[0005] Nach einem anderen Beispiel zum bisherigen Stand der Technik, gemäß dem der fertig beschichtete und endbearbeitete Drehanoden-Grundkörper mit einem geschlossenen oder bundförmig erweiterten Ende der rohrförmigen Welle stumpf verlötet wird, ist es notwendig, zumindest eine Zentrierhilfe in Form einer zentralen Ausnehmung im Drehanoden-Grundkörper vorzusehen. Da bei dieser Art der Verlotung das Lot zwischen die Kontaktflächen eingebracht werden muß, kommt es während des Lötvorganges beim Verflüssigen des Lotes trotz dieser Zentrierhilfe vielfach zu einer seitlichen Verlagerung oder einer Verkipfung des Drehanoden-Grundkörpers gegenüber der Längsachse der Welle. Dies führt zu einem Schlag in axialer und/oder radialer Richtung der Drehanode, der durch mechanische Bearbeitungen nach dem Lötvorgang wieder ausgeglichen werden muß. Insbesondere der Ausgleich eines Schlages in Axialrichtung ist bei Drehanoden mit einem durch ein Beschichtungsverfahren aufgetragenen Brennbahnbelag kostenaufwendig, da die Beschichtung mit entsprechendem Übermaß aufgetragen werden muß, um einen anschließenden Ausgleich des Schlages zu ermöglichen, ohne daß die Brennbahn an einer Stelle zu dünn wird.

Da das Material des Brennbahnbelages teuer ist und auch die Beschichtungsverfahren an sich kostenintensiv sind, ist jede Notwendigkeit, die Schichtdicke zu vergrößern, ein gravierender Nachteil. Darüberhinaus führen unterschiedliche

[0006] Dicken des Brennbahnbelages auf der Drehanode zu einem unterschiedlichen Aufrauungsverhalten der Brennbahn, was für den Einsatz ebenfalls unerwünscht ist.

[0007] Aus diesen Gründen haben sich Drehanoden aus festigkeitsmäßig kritischen, hochwarmfesten Werkstoffen, wie insbesondere Graphit, mit einem durch Beschichtung aufgetragenen Brennbahnbelag ohne zentrale durchgehende Bohrung des Drehanoden-Grundkörpers bis zum heutigen Tag nicht durchgesetzt.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher ein Verfahren für Drehanoden mit festigkeitsmä-

Big kritischen, hochwarmfesten Werkstoffen und einem durch ein Beschichtungsverfahren aufgetragenen Brennbahnbelag zu schaffen, gemäß dem eine kostengünstige, präzise, mechanisch ausreichend stabile Verbindung zwischen Drehanoden-Grundkörper und Welle erreicht wird.

[0009] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß in einem ersten Verfahrensschritt ein axial nicht durchbohrter Grundkörper-Rohling mit Übermaß mit der Welle stoffschlüssig zu einer Drehanoden-Baueinheit verbunden wird, daß dann die Weiterbearbeitung der Drehanoden-Baueinheit durch mechanische Bearbeitung auf endformnahe Abmessungen sowie die Aufbringung des Brennbahnbelages und wahlweise eine abschließende mechanische Bearbeitung auf das genaue Endmaß erfolgt, wobei die Rotationsachse der Welle als Bezug für die Durchführung der jeweiligen mechanischen Bearbeitungen herangezogen wird.

[0010] Auf diese Art und Weise ist ein beim Verbinden von Welle und Grundkörper auftretendes zeitliches Verutschen oder axiales Verkippen der Teile zueinander belanglos, da durch die mechanische Bearbeitung mit der Rotationsachse der Welle als Bezug die genaue Ausrichtung der Teile zueinander erreicht wird.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist es sogar denkbar, die Welle ohne jegliche Zentrierhilfe am Grundkörper zu positionieren und zu verbinden, so daß jegliche Ausnehmung im Grundkörper entfallen kann.

[0011] Je nach Art des Beschichtungsverfahrens, mit dem der Brennbahnbelag aufgebracht wird, kann es notwendig sein, die Drehanoden-Baueinheit nach der Aufbringung der Beschichtung nochmals mechanisch auf das genaue Endmaß nachzubearbeiten.

Bei einem Aufbringen des Brennbahnbelages mit einem PVD-Verfahren beispielsweise wird im allgemeinen eine sehr gleichmäßige und glatte Schicht erreicht, deren gewünschte Schichtstärke in engen Grenzen gut steuerbar ist. Bei Anwendung eines derartigen Beschichtungsverfahrens wird schon mit der Aufbringung der Beschichtung das genaue Endmaß der Drehanoden-Baueinheit erreicht, so daß eine abschließende mechanische Bearbeitung in der Regel entfallen kann.

Anders ist es, wenn der Brennbahnbelag mit einem Plasmaspritzverfahren aufgebracht wird, das im Vergleich zum PVD-Verfahren etwas rauhere und ungleichmäßigere Schichten ergibt. In einem solchen Fall wird eine mechanische Feinbearbeitung der Beschichtung zur Erreichung des genauen Endmaßes der Drehanoden-Baueinheit zweckmäßig sein.

[0012] Besonders vorteilhaft ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens dann, wenn die stoffschlüssige Verbindung der Welle mit dem Grundkörper durch ein Lötverfahren erfolgt, da es bei diesem Verbindungsverfahren zu einem verhältnismäßig starken Verschieben bzw. Verkippen der Teile zueinander kommen kann und das erfindungsgemäße Verfahren trotzdem eine hochgenaue Ausrichtung der Teile im fertig bearbeiteten Zustand der Drehanoden-Baueinheit ermög-

licht.

[0013] Eine vorteilhafte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, daß zuerst der unbeschichtete Grundkörper mit der Welle stoffschlüssig zu einer Drehanoden-Baueinheit verbunden wird, dann die Welle in das Spannfutter einer Drehbank eingespannt wird und der Grundkörper auf endformnahe Abmessungen überdreht wird. In einem weiteren Schritt erfolgt die Aufbringung des Brennbahnbelages durch Vakuumplasmaspritzen. Abschließend wird die Drehanoden-Baueinheit durch Schleifbearbeitung des Brennbahnbelages auf Endmaß gebracht.

[0014] Besonders kostengünstig ist es, wenn auch bei der Aufbringung des Brennbahnbelages durch Plasmaspritzen die Welle der Drehanoden-Baueinheit in eine Aufnahme eingespannt wird, die die Drehanode in konstantem Abstand zur Plasmakanone in Drehung versetzt.

[0015] Insbesondere dann, wenn Rhenium als sehr teurer Werkstoff für die Beschichtung der Brennbahn eingesetzt wird, ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens angezeigt, da dann die Kosteneinsparung durch die erreichbare Schichtdicken-Gleichmäßigkeit ohne aufwendige nachträgliche Materialabtragung voll zum Tragen kommt. Die Aufbringung des Brennbahnbelages mit Schichtstärken zwischen 60 und 150 µm, insbesondere von etwa 100 µm, ist hierbei ausreichend.

[0016] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Herstellungsbeispiels und einer Figur 1 näher erläutert.

BEISPIEL:

[0017] Figur 1 zeigt im Schnitt eine fertig bearbeitete Drehanoden-Baueinheit, bestehend aus einem diskusförmigen Grundkörper -1- aus Graphit, einem ringförmigen Brennbahnbelag -2- aus Rhenium sowie einer Hohlwelle -3- aus TZM mit einem bundförmigen Ende -4-, das mit dem Grundkörper -1- verlötet ist.

[0018] Der Grundkörper weist einen Durchmesser von 180 mm und eine maximale Dicke von 64 mm auf. Die konische, die Brennbahn tragende Fläche -6- auf der Oberseite weist einen Neigungswinkel von 7° gegenüber der Horizontalen auf und geht in einen zentralen horizontalen Bereich -7- über. Der Brennbahnbelag -2- weist eine Schichtstärke von 100 µm auf. Die konische Fläche -8- auf der Unterseite ist gegenüber der Horizontalen um 20° geneigt und geht in einen zentralen horizontalen Bereich -9- über. Der Bereich -9- ist mit einer 2 mm tiefen Einsenkung -10- versehen, in der die Hohlwelle -3- mit ihrem bundförmigen Ende -4- verlötet ist. Die Hohlwelle -3- aus TZM weist einen Außendurchmesser von 34 mm und eine Wandstärke von 2,5 mm auf. Das bundförmige Ende -4- weist einen Außendurchmesser von 65 mm auf. Zur Herstellung der Drehanoden-Baueinheit nach Figur 1 wurde in einen scheibenförmigen Rohling aus Graphit mit einem

Außendurchmesser von 185 mm und einer Dicke von 68 mm auf einer Drehbank zuerst die Einsenkung -10- eingearbeitet. Der Durchmesser der Einsenkung -10- wies gegenüber dem bundförmigen Ende -4- der Hohlwelle -3- ein Übermaß von 0,15 mm im Durchmesser auf. Danach wurde der Rohling unter Einlegen einer Zirkonfolie als Lot bei 1600°C mit der fertig bearbeiteten Hohlwelle -3- verlötet. Anschließend wurde der mit der Hohlwelle -3- verlötete Rohling an der Hohlwelle auf einer Drehbank eingespannt und mit Ausnahme der konischen Fläche -6- auf der Oberseite die gewünschte Endkontur der Drehanode mit einem geringfügigen, allseitigen Übermaß von ca. 0,5 mm hergestellt. Die konische Fläche -6- hingegen wurde auf die gewünschte Endkontur abzüglich einem der fertig bearbeiteten Belagsstärke entsprechenden Untermaß von 100 µm abgedreht.

[0019] Nach dieser mechanischen Bearbeitung wurde der Brennbahnbelag -2- der Drehanoden-Baueinheit mittels Vakuum-Plasmaspritzverfahren in Form einer ca. 130 µm starken Rheniumschicht hergestellt. Anschließend wurde der Brennbahnbelag auf das Nennmaß von 100 µm überschliffen und die genaue Endabmessung der Drehanoden-Baueinheit durch Überdrehen aller übrigen Flächen hergestellt. Abschließend wurde die Drehanode gewuchtet.

[0020] Die derartig hergestellte Drehanode wurde abschließend vermessen, wobei ein äußerst geringer, nicht störender Schlag der Brennbahn von 12 µm in axialer Richtung festgestellt wurde. Der Schlag in radialer Richtung betrug 27 µm.

[0021] Das Beispiel beschreibt eine besonders vorteilhafte erfindungsgemäße Verfahrensvariante zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit. Die Erfindung ist jedoch keinesfalls auf diese Variante beschränkt.

[0022] So ist es auch denkbar, alle Flächen mit Ausnahme der Fläche, welche die Brennbahn trägt, schon vor der Beschichtung auf das genaue Endmaß zu bringen und die die Brennbahn tragende Fläche mechanisch so auf Untermaß zu bearbeiten, daß nach Aufbringen der Beschichtung mit oder ohne zusätzliche mechanische Bearbeitung das genaue Endmaß der gesamten Drehanoden-Baueinheit erreicht ist.

[0023] Ebenso ist es denkbar, das geschlossene oder bundförmig verbreitete Ende der Welle ohne jegliche Ausnehmung im Graphit stumpf mit der Graphitoberfläche zu verlöten.

[0024] Auch ist das Material für die Welle keineswegs auf die Molybdänlegierung TZM beschränkt. Andere hochwarmfeste Legierungen, beispielsweise auf der Basis von Niob oder Tantal, aber auch faserverstärkte Werkstoffe auf Kohlenstoff- oder keramischer Basis kommen ebenfalls in Betracht.

[0025] Für das Material des Grundkörpers sind neben Graphit insbesondere auch noch faserverstärkte Werkstoffe auf Kohlenstoff- oder keramischer Basis vorteilhaft anwendbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit für eine Röntgenröhre, bestehend aus einem Drehanoden-Grundkörper und aus einer mit diesem verbundenen Welle, wobei der Grundkörper aus Graphit oder einem anderen hochwarmfesten Material auf Kohlenstoffbasis oder Keramik besteht und mit einem durch ein Beschichtungsverfahren aufgetragenen, Röntgenstrahlung erzeugenden Brennbahnbelag versehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem ersten Schritt ein axial nicht durchbohrter Grundkörper-Rohling mit Übermaß mit der Welle stoffschlüssig zu einer Drehanoden-Baueinheit verbunden wird und daß in weiterer Folge die mechanische Bearbeitung der Drehanoden-Baueinheit auf endformnahe Abmessungen, die Aufbringung des Brennbahnbelages und wahlweise eine abschließende mechanische Nachbearbeitung auf Endmaß erfolgen, wobei für die Durchführung der jeweiligen mechanischen Bearbeitungen die Rotationsachse der Welle als Maß-Bezug herangezogen wird.
2. Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur stoffschlüssigen Verbindung der Welle mit dem Grundkörper ein Lötverfahren angewendet wird.
3. Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Weiterbearbeitung der Drehanoden-Baueinheit durch Drehbearbeitung des Grundkörpers auf endformnahe Abmessungen, durch Aufbringen des Brennbahnbelages mittels Vakuumplasmaspritzen und durch abschließendes Schleifen des Brennbahnbelages auf Endmaß erfolgt.
4. Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auch beim Aufbringen des Brennbahnbelages die Achse der Welle als Maß-Bezug für die Durchführung der Beschichtung herangezogen wird.
5. Verfahren zur Herstellung einer Drehanoden-Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Rhenium als Material für den Brennbahnbelag verwendet wird und der Brennbahnbelag mit einer Schichtstärke von 60 bis 150 µm, vorzugsweise etwa 100 µm hergestellt wird.

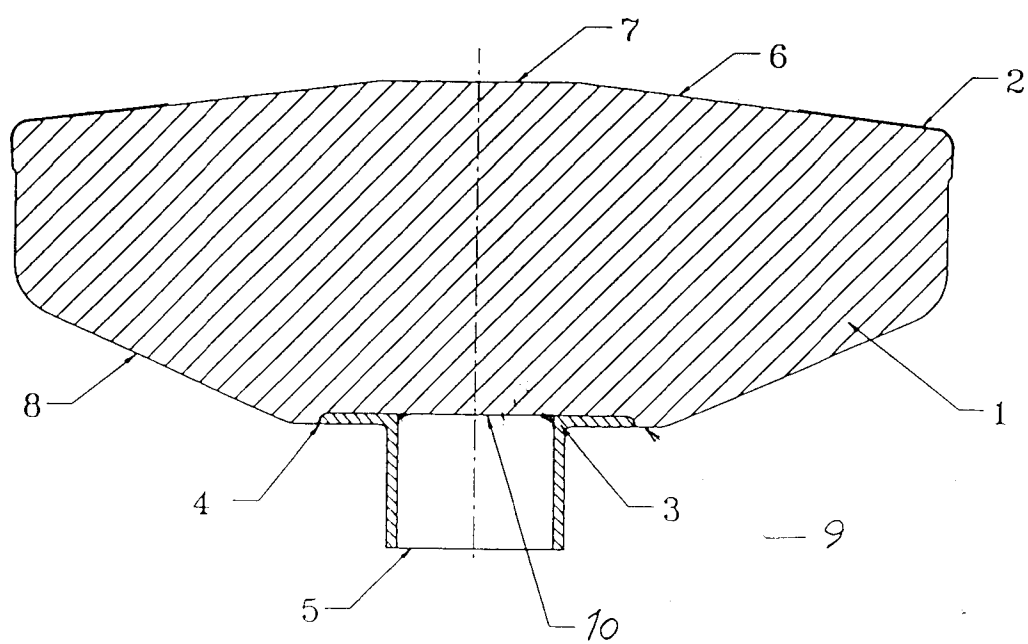


Fig. 1



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 20 3625

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 5 592 525 A (REZNIKOV GREGORY ET AL) 7. Januar 1997 * Spalte 2, Zeile 55 - Zeile 67 * ---	1	H01J35/10
A	US 3 735 458 A (MAGENDANS F ET AL) 29. Mai 1973 * Ansprüche 1-6 * ---	1	
A,D	US 4 276 493 A (SRINIVASA SAROJA R ET AL) 30. Juni 1981 ---		
A,D	DE 24 25 082 A (SIEMENS AG) 27. November 1975 ---		
A	US 3 539 859 A (BOUGLE FRANCOISE) 10. November 1970 * Ansprüche 1-4 * ---	5	
A	US 3 579 022 A (HENNIG WALTER ET AL) 18. Mai 1971 * Ansprüche 1,2 * -----	5	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01J
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	21. Januar 1999	Van den Bulcke, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 98 20 3625

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-01-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5592525 A	07-01-1997	KEINE	
US 3735458 A	29-05-1973	NL 6916885 A	11-05-1971
		AT 312749 B	15-12-1973
		BE 758645 A	06-05-1971
		CA 935505 A	16-10-1973
		CH 514231 A	15-10-1971
		DE 2054040 A	27-05-1971
		FR 2082957 A	10-12-1971
		GB 1308679 A	21-02-1973
US 4276493 A	30-06-1981	KEINE	
DE 2425082 A	27-11-1975	KEINE	
US 3539859 A	10-11-1970	CH 482296 A	30-11-1969
		FR 93507 E	11-04-1969
		GB 1218079 A	06-01-1971
		NL 6804209 A	30-09-1968
US 3579022 A	18-05-1971	AT 278184 B	26-01-1970
		DE 1764681 A	30-09-1971
		GB 1173859 A	10-12-1969
		NL 6811119 A	04-03-1969

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82