

(19)



(11)

**EP 2 333 786 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**15.02.2012 Patentblatt 2012/07**

(51) Int Cl.:  
**G21K 1/02 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09178329.0**

(22) Anmeldetag: **08.12.2009**

(54) **Asymmetrische Schlitzblende sowie Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung derselben**

Asymmetric slit diaphragm and device and method for producing same

Diaphragme à fente asymétrique ainsi que dispositif et procédé de sa fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

- **Zscherpel, Uwe, Dr. rer. nat.**  
**16548 Glienicke (DE)**
- **Ewert, Uwe, Prof. Dr.**  
**14513 Teltow (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.06.2011 Patentblatt 2011/24**

(74) Vertreter: **Gulde Hengelhaupt Ziebig & Schneider**  
**Patentanwälte - Rechtsanwälte**  
**Wallstrasse 58/59**  
**10179 Berlin (DE)**

(73) Patentinhaber: **BAM Bundesanstalt für**  
**Materialforschung und**  
**-prüfung**  
**12205 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 2 062 705 DE-A1-102005 029 674**

(72) Erfinder:

- **Osterloh, Kurt, Dr. rer. nat.**  
**10711 Berlin (DE)**

**EP 2 333 786 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schlitzblende, insbesondere eine asymmetrische Schlitzblende mit erweitertem Öffnungswinkel zur Abbildung strahlender und rückstreuender Objekte, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung derselben, gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 8 und 13.

**[0002]** Häufig stellt sich das Problem, die Form verdeckter Quellen hochenergetischer, insbesondere ionisierender Strahlung jenseits des optischen Spektrums (insbesondere Röntgen- oder Gammastrahlung mit Photonenenergien über 20keV) mit unbekannter Struktur beziehungsweise räumlichem Aufbau zu ermitteln. Bei der Strahlenquelle kann es sich beispielsweise um den effektiven Brennfleck auf der Anode einer Röntgenröhre oder um flächig verteiltes strahlendes Material handeln. Letzteres können über einen Raum verteilte radioaktive Abfälle in einer Sammeltonne sein, wobei vermeintliche Diskrepanzen zwischen Deklaration und tatsächlichem Inhalt zu klären sind. Weitere Beispiele für Strahlenquellen, deren Gestalt man abbilden möchte, sind Lagerstätten mit uranhaltigen Erzen oder kerntechnische Anlagen, bei denen es oftmals von Belang ist, nicht nur die Natur der Strahlung zu ermitteln, sondern auch die räumliche Struktur der Strahlenquellen zu bestimmen. Neben den genannten Quellen, welche die hochenergetische Strahlung direkt erzeugen, sind auch solche zu nennen, welche diese durch Röntgen- bzw. Gammarückstreuung erzeugen. Mit Hilfe der Abbildung rückgestreuter Strahlung können beispielsweise auch Objekte radiographisch untersucht werden, zu denen nur ein einseitiger Zugang möglich ist.

**[0003]** Um die Gestalt solcher Strahlenquellen abzubilden, ist es naheliegend, das Prinzip einer Fotokamera anzuwenden. Es können dabei recht unterschiedliche Flächendetektoren eingesetzt werden: Filmmaterial, Speicherplatten, Speicherfolien, Halbleiter-Flachdetektoren, Vidicams, Bildverstärker oder Konverterfolien. Da solche Aufnahmen auch und vor allem in Umgebungen anfallen können, in die sich nach Möglichkeit Personen nicht hineinbegeben sollten, muss eine möglichst einfache Bedienbarkeit sichergestellt werden. Die einfachste Funktionalität und Handhabung wäre ein fernbedientes Platzieren eines entsprechenden Gerätes mit einer Rückholung nach der Expositionszeit ohne jegliche Betätigung irgendwelcher Bedienungselemente.

**[0004]** Es ist bekannt, bei der Abbildung mit Hilfe energiereicher Strahlung das Lochkameraprinzip zu benutzen. Bei einer Lochkamera oder *Camera obscura* erzeugt ein kleines Loch auf einer Projektionsfläche ein Abbild von angestrahlten oder strahlenden Gegenständen. Dabei beschränkt der kleine Durchmesser der Blende die einfallenden Strahlenbündel auf einen kleinen Öffnungswinkel und verhindert so die vollständige Überlappung der Strahlen in der Abbildungsfläche. Strahlen von einem oberen Bereich eines strahlenden Körpers fallen auf den unteren Rand der Projektionsfläche, während umgekehrt Strahlen vom unteren Bereich auf den oberen Rand der Projektionsfläche abgebildet werden. Somit wird jeder Punkt des Gegenstandes als Scheibchen auf der Projektionsfläche abgebildet, so dass die Überlagerung der Scheibchenbilder ein Bild des strahlenden Körpers liefert, dessen Auflösung vom Abstand des strahlenden Körpers und der Form der Blende abhängt.

**[0005]** Bei hochenergetischer Strahlung tritt das Problem auf, dass wegen ihres hohen Durchdringungsvermögens die Dicke des Materials für die Lochblende groß, das heißt im Verhältnis zur Halbwertsdicke der Intensität der zur Abbildung benutzten Strahlung gewählt werden muss. Deshalb wird die erreichbare Abbildungsgüte im Wesentlichen durch Blendendurchmesser und Materialdicke und -dicke bestimmt. Oft erhält man daher bestenfalls ein Schattenbild der eigentlichen Lochblende, wobei die Lochblende, die zur Abbildung dienen soll, aufgrund der Wanddicke zum Kollimator wird, der nur ein gradliniges Strahlenbündel passieren lässt. Deshalb wird oftmals die Blende in den Lochkameran trompetenförmig mit der engen Stelle zur Strahlenquelle gestaltet, um die abbildenden Eigenschaften nicht vollends zu verlieren. Bei energiereicher Strahlung liegt bei den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen aufgrund der erforderlichen Materialdicke eine erhebliche Abweichung vom idealen Lochkameraprinzip vor.

**[0006]** In der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 ist eine Blende offenbart, welche einige der beschriebenen Nachteile überwindet. Die Blende lässt sich mit nahezu beliebiger Materialschichtdicke verwirklichen, ohne dabei ihre abbildenden Eigenschaften zu verlieren. Die Blende ist geeignet, von einer Strahlungsquelle ausgehende, insbesondere hochenergetische, Strahlung zu begrenzen und entlang einer optischen Achse  $x$  nach dem Lochkameraprinzip auf einen Abbildungsbereich zu richten. Die Blende umfasst ein erstes Absorptionselement, welches eine erste nicht-ebene Außenfläche aufweist, deren Oberflächenkontur zumindest teilweise durch eine Funktion der Form  $z(x,y) = f(y) * x + n$  beschrieben werden kann, sowie ein zweites Absorptionselement, welches eine zweite nicht-ebene Außenfläche aufweist, deren Oberflächenkontur zumindest teilweise komplementär zu der nicht-ebenen Außenfläche des ersten Absorptionselements geformt ist, wobei die beiden Absorptionselemente derart positioniert oder positionierbar sind, dass zwischen den beiden nicht-ebenen Außenflächen ein Spalt vorhanden ist.

**[0007]** Nachteilig ist an dieser Blende, dass der Kameraaufbau unhandlich und schwer ist; einschließlich der Abschirmung hat der Kameraaufbau typischerweise ein Gewicht von 200 bis 300 kg. Ein weiterer Nachteil liegt in der langen Expositionszeit; insbesondere bei der Abbildung rückstreuender Objekte kann aufgrund der geringen Intensität der Rückstreustrahlung eine Expositionszeit von mehr als einer halben Stunde erforderlich sein.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Schlitzblende für eine Lochkamera anzugeben, welche gegenüber der in der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 offenbarten Blende einen kompakteren Kameraaufbau sowie eine

höhere Intensität auf der Abbildungsfläche und somit eine kürzere Expositionszeit ermöglicht. Der abzubildende Objektbereich soll dabei beibehalten werden.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mittels einer Schlitzblende, insbesondere einer asymmetrischen Schlitzblende mit erweitertem Öffnungswinkel zur Abbildung strahlender und rückstreuender Objekte, mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst.

**[0010]** Unter einem Absorptionselement ist hier ein Element zu verstehen, das zumindest einen Bereich aufweist, welcher die Strahlung zumindest teilweise absorbiert. Unter einem Spalt ist ein die Strahlung gering absorbierender Bereich zu verstehen. Er kann mit Luft oder einem anderen geeigneten Material gefüllt sein, welches die Strahlung weniger absorbiert als die die Strahlung zumindest teilweise absorbierenden Bereiche der Absorptionselemente, wobei das Material in Form eines separaten Einsatzstückes oder einer auf mindestens eine der nicht-ebenen Oberflächen aufgetragenen Beschichtung vorliegen kann.

**[0011]** Unter einer Regelfläche (engl.: *ruled surface*) ist eine Fläche zu verstehen, bei der zu jedem Punkt auf der Fläche eine Gerade existiert, die vollständig in der Fläche liegt. Diese vollständig in der Fläche liegenden Geraden werden als die Erzeugenden der Regelfläche bezeichnet. Die gaußsche Krümmung einer Fläche in einem Punkt ist das Produkt ihrer beiden Hauptkrümmungen in dem Punkt; die Hauptkrümmungen der Fläche in einem Punkt sind der minimale Wert und der maximale Wert der Krümmungen aller Kurven, die sich durch Schneiden der Fläche mit einer die Flächennormale auf dem Punkt enthaltenden Ebene ergeben.

**[0012]** Ein Beispiel einer Regelfläche ist die in der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 genutzte Fläche, die sich durch eine Funktion der Form  $z(x,y) = f(y) * x + n$  beschreiben lässt. Die Erzeugenden dieser Regelfläche haben die Geradengleichungen  $\vec{r} = (0, y_0, n) + \lambda(1, 0, f(y_0))$ , wobei jedem Wert des Parameters  $y_0$  genau eine Erzeugende entspricht. Insbesondere wird die Fläche, die durch die in der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 offenbarte Funktion  $z(x,y) = C*y*x+n$  beschrieben wird, durch die Geraden mit den Geradengleichungen  $\vec{r} = (0, y_0, n) + \lambda(1, 0, C y_0)$  erzeugt. Ihre gaußsche Krümmung im Punkt  $(x,y,z(x,y))$  beträgt

$$\kappa = -\frac{C^2}{(1 + C^2(x^2 + y^2))^2}$$

und ist somit auf der gesamten Fläche von Null verschieden.

**[0013]** Um zu bestimmen, welche Regelflächen für eine Weiterentwicklung der in der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 offenbarten Blende geeignet sein könnten, werden die Richtungen betrachtet, in denen Strahlenbündel ungehindert oder nahezu ungehindert einfallen können. Die Erzeugenden der Regelfläche liefern eine einparametrische Schar von Richtungen, entlang derer Strahlenbündel ungehindert einfallen können. Um eine zweidimensionale Abbildung zu erzeugen, muss jedoch eine zweidimensionale Mannigfaltigkeit von Strahlenbündeln die Blende passieren. Der erforderliche zweite Freiheitsgrad ergibt sich dadurch, dass Strahlenbündel, die in der Tangentialebene zu einem Punkt der Regelfläche einfallen, die Blende nahezu ungehindert passieren, wenn sie sich nicht zu sehr von der durch diesen Punkt verlaufenden Erzeugenden unterscheiden, da sich in diesem Fall lediglich eine geringfügige, in der Entfernung von dem betrachteten Punkt quadratische Abweichung von der Regelfläche ergibt.

**[0014]** Als Bedingung für das Zustandekommen einer zweidimensionalen Abbildung ergibt sich somit, dass die Richtungsänderung beim Durchlaufen der Erzeugendenschar und die Richtungsänderung beim Drehen der Erzeugenden in der Tangentialebene voneinander linear unabhängig sein müssen; nur in diesem Fall führen diese beiden Richtungsänderungen zu einer zweidimensionalen Mannigfaltigkeit ungehindert oder nahezu ungehindert durchgelassener Strahlenbündel.

**[0015]** Aus der Differentialgeometrie ist bekannt, dass die gaußsche Krümmung einer Regelfläche in einem Punkt genau dann verschwindet, wenn die Ableitung des Richtungsvektors der Erzeugenden und die auf der Erzeugenden senkrechte Tangente kollinear sind. Es folgt, dass genau dann eine zweidimensionale Abbildung erzeugt wird, wenn die gaußsche Krümmung der Regelfläche in dem verwendeten Teilbereich der Regelfläche nirgends verschwindet.

**[0016]** Aus der Patentschrift DD 240 091 A1 und der Offenlegungsschrift DE 40 00 507 A1 sind Blenden für hochenergetische Strahlung bekannt, in denen Teilbereiche von Regelflächen zur Bildung eines Spalts verwendet werden, und zwar von Kegeln beziehungsweise ebenen Flächen. In beiden Fällen verschwindet jedoch die gaußsche Krümmung auf der gesamten Regelfläche, die somit nicht zur Gewinnung zweidimensionaler Abbildungen geeignet ist.

**[0017]** Um die Intensität auf der Abbildungsfläche zu erhöhen, ist der Kameraaufbau näher an das Objekt heranzuführen. Sowohl die Verkleinerung des Kameragehäuses als auch das nähere Heranbringen an das Objekt erfordern eine Vergrößerung des Blickwinkels. Dies wird umso mehr notwendig, wenn kleinflächige Flachdetektoren auf Halbleiterbasis eingesetzt werden sollen. Diese besitzen den Vorteil, nicht nur das Abbild direkt in digitale Signale zu wandeln, sondern auch mit sehr hoher Empfindlichkeit zur Verfügung zu stehen. Die Vergrößerung des Blickwinkels erfordert eine entsprechende Anpassung der Blendengeometrie, um eine fächerförmige Strahlenführung zu erreichen.

**[0018]** Eine fächerförmige Strahlenführung wurde auch bei der in der Offenlegungsschrift DE 10 2005 048 519 A1 offenbarten brennpunktorientierten Walzenblende verwendet. Diese beruht jedoch nicht auf dem Lochkameraprinzip, sondern richtet in jeder Position nur jeweils einen Strahl auf den in einem Brennpunkt befindlichen Detektor; eine zweidimensionale Abbildung wird dabei erst durch Drehen der Walzenblende und zeilenweises Abrastern des Objekts gewonnen.

**[0019]** Wie die in der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 offenbarte Blende ist die erfindungsgemäße Schlitzblende geeignet, von einer Strahlungsquelle ausgehende, insbesondere hochenergetische, Strahlung zu begrenzen und entlang einer optischen Achse nach dem Lochkameraprinzip auf einen Abbildungsbereich zu richten, und umfasst ein erstes Absorptionselement, welches eine erste nicht-ebene Außenfläche aufweist, von der zumindest ein Teilbereich auf einer Regelfläche liegt, deren gaußsche Krümmung in dem Teilbereich nirgends verschwindet, sowie ein zweites Absorptionselement, welches eine zweite nicht-ebene Außenfläche aufweist, deren Oberflächenkontur zumindest teilweise komplementär zu der nicht-ebenen Außenfläche des ersten Absorptionselements geformt ist, wobei die beiden Absorptionselemente derart positioniert oder positionierbar sind, dass zwischen den beiden nicht-ebenen Außenflächen ein Spalt vorhanden ist.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Blende ist darüber hinaus dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand in einer Richtung senkrecht zu der optischen Achse zwischen den Erzeugenden der Regelfläche sich zum Abbildungsbereich hin verringert. Dadurch wird erreicht, dass die ungefähr entlang der Erzeugenden der Regelfläche einfallenden Strahlenbündel, die nahezu ungehindert durch die Blende treten, hinter der Blende konvergieren und in möglichst geringem Abstand von der Blende auf einen Abbildungsbereich treffen, der deutlich kleiner als der Blendenkörper sein kann. Bevorzugt ist, dass sich zumindest in einem Teilbereich der ersten nicht-ebenen Außenfläche der Abstand zwischen den Erzeugenden der Regelfläche zum Abbildungsbereich hin in jeder Richtung senkrecht zu der optischen Achse verringert. Dadurch wird erreicht, dass die ungefähr entlang der Erzeugenden der Regelfläche einfallenden Strahlenbündel besonders stark zum Abbildungsbereich hin konvergieren.

**[0021]** In bevorzugter Ausführung der Erfindung existiert eine Zentralachse, die jede der Erzeugenden der Regelfläche schneidet. Dadurch vereinfacht sich die Abbildungsvorschrift, und bei geeigneter Lage des Blendenkörpers kann der Bereich um die Zentralachse als Abbildungsbereich verwendet werden. Zum anderen wird dadurch erreicht, dass die Blende mit Hilfe einer Vorrichtung gemäß Anspruch 9 bzw. eines Verfahrens gemäß Anspruch 14 hergestellt werden kann.

**[0022]** Besonders bevorzugt ist, dass die Polarwinkel der Richtungsvektoren der Erzeugenden der Regelfläche bezüglich der Zentralachse in linearem Zusammenhang mit dem Schnittpunkt der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse stehen. Dadurch wird erreicht, dass die Abbildungsvorschrift näherungsweise linear ist und die Blende mit Hilfe einer Vorrichtung gemäß Anspruch 10 bzw. eines Verfahrens gemäß Anspruch 15 hergestellt werden kann.

**[0023]** Unter einem linearen Zusammenhang mit dem Schnittpunkt der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse ist dabei ein linearer Zusammenhang mit dem Abstand des Schnittpunkts der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse von einem beliebigen festen Punkt auf der Zentralachse zu verstehen. Wenn die Polarwinkel der Richtungsvektoren der Erzeugenden der Regelfläche bezüglich der Zentralachse in einem solchen linearen Zusammenhang mit dem Schnittpunkt der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse stehen und dieser lineare Zusammenhang jeweils kein konstanter Zusammenhang ist, d.h. beide Polarwinkel mit dem Schnittpunkt variieren, dann verschwindet die gaußsche Krümmung der Regelfläche nirgends. Somit ist die Menge aller Regelflächen, bei denen die Polarwinkel der Richtungsvektoren der Erzeugenden der Regelfläche bezüglich der Zentralachse in nicht konstantem linearen Zusammenhang mit dem Schnittpunkt der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse stehen, eine Teilmenge der Regelflächen, deren gaußsche Krümmung nirgends verschwindet; d.h. das Merkmal, dass die Polarwinkel der Richtungsvektoren der Erzeugenden der Regelfläche bezüglich der Zentralachse in nicht konstantem linearem Zusammenhang mit dem Schnittpunkt der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse stehen, führt zu einer erfindungsgemäßen Schlitzblende, ohne dass zusätzlich gefordert werden muss, dass die gaußsche Krümmung der Regelfläche nirgends verschwindet.

**[0024]** In weiterer bevorzugter Ausführung der Erfindung liegt die Zentralachse außerhalb des Blendenkörpers. Dadurch wird erreicht, dass der Detektor in der Nähe der Zentralachse angeordnet werden kann, so dass sich auf möglichst kleiner Fläche ein Bild aufnehmen lässt.

**[0025]** In weiterer bevorzugter Ausführung der Erfindung weisen die Absorptionselemente einen trapezförmigen Grundriss auf, der sich zur Strahlungsquelle hin erweitert. Dadurch wird erreicht, dass die Außenform der Absorptionselemente dem für die fächerförmige Strahlenführung verwendeten Bereich entspricht.

**[0026]** In weiterer bevorzugter Ausführung der Erfindung ist die Öffnung des Spalts auf der der Strahlungsquelle zugewandten Seite der Schlitzblende größer als die Öffnung des Spalts auf der dem Abbildungsbereich zugewandten Seite der Schlitzblende. Dadurch wird erreicht, dass die durch den Spalt tretenden Strahlenbündel auch in der Richtung senkrecht zum Spalt konvergieren.

**[0027]** In weiterer bevorzugter Ausführung der Erfindung umfasst die Schlitzblende zusätzlich zu dem einen Spalt mindestens einen weiteren Spalt, dessen Form jeweils im Wesentlichen durch eine affine Abbildung aus der Form des

einen Spalts hervorgeht, wie in der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2008 025 109.7-54 näher beschrieben. Dadurch wird eine bessere Abbildungsqualität und/oder ein größerer Abbildungsbereich und/oder eine höhere Strahlenausbeute erzielt. Dabei ist eine affine Abbildung eine Abbildung des dreidimensionalen Raumes auf sich selbst, welche jede Gerade auf eine Gerade abbildet.

**[0028]** In der europäischen Patentanmeldung EP 2 062 705 A1 sind eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Schlitzblenden offenbart, mit welchen sich die in der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 offenbarte Schlitzblende und die in der Offenlegungsschrift DE 10 2005 048 519 A1 offenbarte brennpunktorientierte Walzenblende herstellen lassen. Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, diese Lehre weiterzuentwickeln, um eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Schlitzblende anzugeben.

**[0029]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mittels einer Vorrichtung und eines Verfahrens zur Herstellung einer Schlitzblende gemäß den in Anspruch 8 bzw. Anspruch 13 genannten Merkmalen gelöst.

**[0030]** Wie die in der europäischen Patentanmeldung EP 2 062 705 A1 offenbarte Vorrichtung umfasst die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Herstellung einer Schlitzblende ein Schneidwerkzeug, welches geeignet ist, entlang einer geraden Linie zu schneiden, und Mittel, welche geeignet sind, eine relative Bewegung zwischen dem Schneidwerkzeug und einem Werkstück zu bewirken derart, dass das Schneidwerkzeug das Werkstück entlang einer Linie schneidet, die einem Strahlengang in der herzustellenden Schlitzblende entspricht. Das Schneidwerkzeug ist geeignet, entlang einer ersten Richtung zu schneiden. Die Mittel umfassen ein Halteelement, auf welchem ein Werkstück befestigbar ist und welches um eine erste Drehachse drehbar gelagert ist. Die Mittel sind dazu geeignet, eine erste Rotationsbewegung des Halteelements um die erste Drehachse und gleichzeitig eine Translationsbewegung des Halteelements entlang der ersten Drehachse zu bewirken. Die erste Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Halteelements sind gekoppelt.

**[0031]** Diese Lehre wird durch die vorliegende Erfindung dahingehend weiterentwickelt, dass die Mittel ferner geeignet sind, gleichzeitig mit der ersten Rotationsbewegung und der Translationsbewegung eine zweite Rotationsbewegung des Halteelements und der ersten Drehachse um eine zweite Drehachse zu bewirken, und die zweite Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Halteelements gekoppelt sind. Dadurch wird erreicht, dass der Abstand in Richtung der ersten Drehachse zwischen den geschnittenen Strahlengängen sich in der Richtung senkrecht zu den ersten und zweiten Drehachsen verringert.

**[0032]** Vorzugsweise weisen die erste Drehachse, die zweite Drehachse und die Linie, entlang derer das Schneidwerkzeug schneidet, einen gemeinsamen Schnittpunkt auf. Dadurch wird erreicht, dass die mittels der Vorrichtung hergestellte Schlitzblende das vorteilhafte zusätzliche Merkmal des Anspruchs 2 aufweist. Besonders bevorzugt ist, dass die zweite Drehachse senkrecht zur Schneidrichtung des Schneidwerkzeugs und senkrecht zur ersten Drehachse verläuft. Besonders bevorzugt ist ferner, dass die Translationsbewegung und die erste Rotationsbewegung linear gekoppelt sind und die Translationsbewegung und die zweite Rotationsbewegung linear gekoppelt sind. Eine solche lineare Kopplung ist mit besonders einfachen technischen Mitteln zu bewerkstelligen. Ferner wird dadurch erreicht, dass die mittels der Vorrichtung hergestellte Schlitzblende das vorteilhafte zusätzliche Merkmal des Anspruchs 3 aufweist.

**[0033]** In bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass das Schneidwerkzeug unbeweglich angeordnet ist. Bevorzugt ist somit, dass das Schneidwerkzeug feststehend ist und das Werkstück daran herumgeführt wird. Ausgangspunkt dieser bevorzugten Ausführung ist, das Werkstück nicht in eine feste Halterung einzuspannen und das Werkzeug zu führen, sondern es umgekehrt kontrolliert beweglich um eine Fräse bzw. einen Schneidstrahl herumzuführen.

**[0034]** Die Mittel können eine erste, eine zweite und eine dritte Gewindewelle umfassen, wobei die erste Gewindewelle parallel zu der ersten Drehachse verläuft, die zweite Gewindewelle auf der ersten Drehachse liegt und die dritte Gewindewelle auf der zweiten Drehachse liegt. Eine Rotationsbewegung der drei Gewindewellen kann durch ein Zahnradssystem gekoppelt sein.

**[0035]** Die erste Gewindewelle kann einen Bereich umfassen, welcher als Schneckenwelle ausgeformt ist, durch welchen ein Haltearm, mit welchem die zweite Gewindewelle verbunden ist, entlang der ersten Drehachse bewegbar ist.

**[0036]** Wie in dem in der europäischen Patentanmeldung EP 2 062 705 A1 offenbarten Verfahren wird in dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Schlitzblende eine relative Bewegung zwischen einem Schneidwerkzeug, welches geeignet ist, entlang einer geraden Linie zu schneiden, und einem Werkstück ausgeführt derart, dass das Schneidwerkzeug das Werkstück entlang einer Linie schneidet, die einem Strahlengang in der herzustellenden Schlitzblende entspricht, das Werkstück entlang einer unveränderlichen ersten Richtung geschnitten wird, eine erste Rotationsbewegung des Werkstücks um eine erste Drehachse und gleichzeitig eine Translationsbewegung des Werkstücks entlang der ersten Drehachse ausgeführt wird und die erste Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Werkstücks gekoppelt werden.

**[0037]** Diese Lehre wird durch die vorliegende Erfindung dahingehend weiterentwickelt, dass gleichzeitig mit der ersten Rotationsbewegung und der Translationsbewegung eine zweite Rotationsbewegung des Werkstücks und der ersten Drehachse um eine zweite Drehachse ausgeführt wird und die zweite Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Werkstücks gekoppelt werden.

**[0038]** Vorzugsweise weisen die erste Drehachse, die zweite Drehachse und die Linie, entlang derer das Schneidwerkzeug schneidet, einen gemeinsamen Schnittpunkt auf. Dadurch wird erreicht, dass die mittels des Verfahrens hergestellte Schlitzblende das vorteilhafte zusätzliche Merkmal des Anspruchs 2 aufweist. Besonders bevorzugt ist, dass die zweite Drehachse senkrecht zur Schneidrichtung des Schneidwerkzeugs und senkrecht zur ersten Drehachse verläuft. Besonders bevorzugt ist ferner, dass die Translationsbewegung und die erste Rotationsbewegung linear gekoppelt werden und die Translationsbewegung und die zweite Rotationsbewegung linear gekoppelt werden. Eine solche lineare Kopplung ist mit besonders einfachen technischen Mitteln zu bewerkstelligen. Ferner wird dadurch erreicht, dass die mittels des Verfahrens hergestellte Schlitzblende das vorteilhafte zusätzliche Merkmal des Anspruchs 3 aufweist.

**[0039]** Zum Schneiden des Schlitzes kann ein beliebiges aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahren verwendet werden, darunter beispielsweise Fräsen, Feinfräsen, Präzisionsfräsen, Strahlen, Strahlfräsen oder Sägen.

**[0040]** Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine bildgebende Einrichtung mit einer Blende;

Figur 2 (schematisch) eine Testanordnung;

Figur 3 eine Perspektivansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungs- gemäßen Schlitzblende;

Figur 4 eine Explosionsdarstellung der in Figur 3 gezeigten erfindungsgemäßen Schlitzblende;

Figur 5 eine Perspektivansicht des ersten Absorptionselements der in Figur 3 gezeigten erfindungsgemäßen Schlitzblende;

Figur 6 eine Perspektivansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schlitzblende;

Figur 7 eine Perspektivansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungs- gemäßen Schlitzblende;

Figur 8 eine Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Strahlfräsen einer Schlitzblende.

**[0041]** Figur 1 veranschaulicht das Lochkameraprinzip an einer bildgebenden Einrichtung 100. Von einer Strahlungsquelle 102, zum Beispiel einem Testkörper, wird hochenergetische Strahlung 104, insbesondere Röntgen- oder Gammastrahlung, emittiert. Die Strahlung 104 trifft auf eine Blende 110, durch welche sie begrenzt und entlang einer optischen Achse x nach dem Lochkameraprinzip auf einen Abbildungsbereich 106 gerichtet wird. Der Abbildungsbereich 106 ist typischerweise eine Projektionsfläche, auf welcher eine Abbildung des Testkörpers 102 erzeugt wird. Im Abbildungsbereich 106 befindet sich eine Empfangseinheit 108, welche für die Strahlung 104 empfindlich ist, insbesondere ein Detektor oder eine Kamera.

**[0042]** Figur 2 zeigt schematisch eine Testanordnung. Eine kontinuierlich strahlende, leistungsstarke Röntgenröhre 112 erzeugt Strahlung, welche durch eine allseitige Abschirmung, hier eine Bleiwand 114 mit Fenster, ausgeblendet wird. Die durch das Fenster der Bleiwand 114 hindurchtretende Strahlung fällt auf eine Aluminiumplatte als Streufilter 116. Das eigentliche Testobjekt 118 ist zwischen dem Streufilter 116 und der erfindungsgemäßen Blende 120, welche in einer Abschirmwand 122 aus Blei integriert ist, angeordnet. Als Detektor 124 auf der Projektionsfläche 126 dient in diesem Fall ein Röntgenfilm oder eine Bildspeicherfolie (engl.: phosphor imaging plate) in einer Kassette. Die Erfindung ist nicht auf diese Anordnung beschränkt. Insbesondere ist die Erfindung auch zur Abbildung rückgestreuter Strahlung verwendbar, beispielsweise zur radiographischen Untersuchung von Objekten, zu denen nur ein einseitiger Zugang möglich ist.

**[0043]** Figur 3 zeigt eine Perspektivansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schlitzblende 50 gemäß Anspruch 3. Die Schlitzblende 50 umfasst ein erstes Absorptionselement 52 mit einer ersten nicht-ebenen Außenfläche 54 sowie ein zweites Absorptionselement 56 mit einer zweiten nicht-ebenen Außenfläche 58. Zwischen den beiden nicht-ebenen Außenflächen 54 und 58 befindet sich ein Spalt 60. Die Absorptionselemente weisen einen trapezförmigen Grundriss auf, der sich zur Strahlungsquelle hin erweitert; die seitlichen Halterungen 62a und 62b weisen eine entsprechende komplementäre Form auf.

**[0044]** Zur Beschreibung der ersten nicht-ebenen Außenfläche 54 ist in Figur 3 ein kartesisches Koordinatensystem eingezeichnet, dessen Ursprung im Mittelpunkt der ersten nicht-ebenen Außenfläche 54 liegt, dessen x-Achse in Richtung der optischen Achse liegt und dessen y-Achse auf der Zentralachse liegt, durch die sämtliche Erzeugenden der Regelfläche, auf der die erste nicht-ebene Außenfläche 54 liegt, verlaufen. Der Abbildungsbereich liegt hinter der Blende 50 in Richtung der positiven x-Achse.

**[0045]** Die Höhe  $h_1$  der Öffnung des Spalts 60 an der Vorderseite der Blende 50 ist größer als die Höhe  $h_2$  der Öffnung

des Spalts 60 an der Rückseite der Blende 50. Beispielsweise kann die Höhe  $h_1$  3 mm betragen und die Höhe  $h_2$  1 mm. Die hintere Öffnung des Spalts verläuft aufgrund der fächerförmigen Strahlenführung steiler als die vordere Öffnung des Spalts. Die Breite  $d$  der Vorderseite einer seitlichen Halterung kann beispielsweise 10 bis 25 mm betragen.

[0046] Figur 4 zeigt eine Explosionsdarstellung der in Figur 3 gezeigten erfindungsgemäßen Schlitzblende. Exemplarisch sind zwei Erzeugende  $E_1$  und  $E_2$  der Regelfläche eingezeichnet. Der auf der ersten nicht-ebenen Außenfläche 54 verlaufende Teil der Erzeugenden  $E_2$  ist zur Verdeutlichung hervorgehoben. Der Abstand in  $\gamma$ -Richtung, d.h. in Richtung der Zentralachse, zwischen den Erzeugenden  $E_1$  und  $E_2$  nimmt zum Abbildungsbereich hin ab. In dem Teilbereich der ersten nicht-ebenen Außenfläche mit  $x < 0$  verringert sich zum Abbildungsbereich hin auch der Abstand zwischen den Erzeugenden der Regelfläche in  $z$ -Richtung, und somit in jeder Richtung senkrecht zu der optischen Achse.

[0047] Figur 5 zeigt eine Perspektivansicht des ersten Absorptionselements der in Figur 3 gezeigten erfindungsgemäßen Blende mit exemplarischen Abmessungen, die beispielsweise die Werte  $h_3 = 14$  mm,  $h_4 = 16$  mm,  $h_5 = 30$  mm,  $h_6 = 13$  mm,  $h_7 = 17$  mm,  $b_1 = 13$  mm,  $b_2 = 50$  mm,  $t = 50$  mm und  $\alpha = 15^\circ$  annehmen können.

[0048] Figur 6 zeigt eine Perspektivansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schlitzblende 70. Die Schlitzblende 70 umfasst ein erstes Absorptionselement 72 mit einer ersten nicht-ebenen Außenfläche sowie ein zweites Absorptionselement 76 mit einer zweiten nicht-ebenen Außenfläche. Der übersichtlicheren Darstellung halber ist nur der Spalt 80 gezeigt und nicht die ihn bildenden, dicht beieinander liegenden komplementären nicht-ebenen Außenflächen. Zusätzlich ist zum Vergleich eine Schlitzblende 70' gemäß der Patentschrift DE 10 2005 029 674 B4 mit einem ersten Absorptionselement 72', einem zweiten Absorptionselement 76' und einem Spalt 80' eingezeichnet, wobei beide Blenden dieselbe Zentralachse aufweisen und im selben kartesischen Koordinatensystem beschrieben werden, dessen  $\gamma$ -Achse auf der gemeinsamen Zentralachse liegt.

[0049] Wie bei der Schlitzblende des ersten Ausführungsbeispiels weisen die Absorptionselemente der Schlitzblende des zweiten Ausführungsbeispiels einen trapezförmigen Grundriss auf. Die Schnittlinien der Spalte mit den äußeren Grenzflächen der jeweiligen Schlitzblende sind eingezeichnet, nämlich jeweils die beiden äußersten Erzeugenden  $E_3$  und  $E_4$  bzw.  $E_3'$  und  $E_4'$ , die Öffnung des Spalts auf der der Strahlungsquelle zugewandten Seite der Schlitzblende,  $O_1$  bzw.  $O_1'$ , und die Öffnung des Spalts auf der dem Abbildungsbereich zugewandten Seite der Schlitzblende,  $O_2$  bzw.  $O_2'$ . Die Erzeugenden der Regelfläche, auf der die erste nicht-ebene Außenfläche des ersten Absorptionselements der Schlitzblende des zweiten Ausführungsbeispiels liegt, laufen in  $\gamma$ -Richtung, d.h. in Richtung der Zentralachse, aufeinander zu. Auch ihre  $z$ -Koordinaten nähern sich im Bereich  $x < 0$ , in dem die erste nicht-ebene Außenfläche liegt, einander an. In diesem Ausführungsbeispiel verringert sich somit auf der gesamten ersten nicht-ebenen Außenfläche der Abstand zwischen den Erzeugenden der Regelfläche zum Abbildungsbereich hin in jeder Richtung senkrecht zu der optischen Achse.

[0050] In diesem Ausführungsbeispiel liegt die  $\gamma$ -Achse außerhalb des Blendenkörpers. Dadurch kann in der Nähe der  $\gamma$ -Achse in geringem Abstand von der Schlitzblende auf besonders kleiner Fläche der Detektor angeordnet werden. Eine solche asymmetrische Gestaltung des Blendenkörpers wurde bereits in der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2008 025 109.7-54 offenbart; in der vorliegenden Erfindung ist jedoch nicht nur der Blendenkörper, sondern auch die (unbegrenzte) Regelfläche bezüglich der  $\gamma$ -Achse asymmetrisch.

[0051] Figur 7 zeigt eine Perspektivansicht eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Schlitzblende 90, in der, wie in der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 10 2008 025 109.7-54 näher beschrieben, zusätzlich zu dem Spalt 92 ein weiterer Spalt 94 angeordnet ist, dessen Form durch eine affine Abbildung aus der Form des Spalts 92 hervorgeht. In diesem Ausführungsbeispiel ist die affine Abbildung eine Rotation um die Zentralachse  $y$  um den Winkel  $\beta$ . Der Winkel  $\beta$  beeinflusst sowohl die Intensitätsverteilung im Bildfeld als auch die Breite des wiedergegebenen Bildes; er kann frei gewählt werden. Bei Bedarf können weitere Spalte hinzugefügt werden. Es ergeben sich keine Überschneidungen zwischen den verschiedenen Spalten, wenn die Zentralachse  $y$  außerhalb der Schlitzblende 90 oder, wie in diesem Ausführungsbeispiel gezeigt, auf der hinteren Grenzfläche der Schlitzblende 90 liegt. Zusätzlich zu der Schlitzblende 90 ist zur Verdeutlichung der Strahlengänge ein weiterer Blendenkörper 90' eingezeichnet, der jedoch nicht Teil der Schlitzblende 90 ist.

[0052] Figur 8 zeigt eine Perspektivansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Strahlfräsen einer Schlitzblende aus würfelförmigem Rohmaterial (Halbzeug) mit halb gefrästem Block. (Der Übersichtlichkeit halber sind Details der Aufhängung, des Antriebs und der Einspannung eines Rohlings nicht gezeigt.) Diese Vorrichtung eignet sich zur Fertigung einer Schlitzblende gemäß Anspruch 3. Dabei wird ein würfelförmiges Werkstück 10 sowohl mit einem linear fortschreitenden Vorschub als auch mit zwei gleichzeitig stattfindenden Drehungen fortbewegt. Diese drei Bewegungen sind miteinander gekoppelt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel stehen alle drei Bewegungen in einem festen linearen Zusammenhang, so dass sie mit einer einfachen mechanischen Übersetzung gekoppelt werden können. Das eingezeichnete kartesische Koordinatensystem ist als körperfest auf das Werkstück 10 bezogenes aufzufassen; es entspricht den in den Figuren 3, 4 und 6 eingezeichneten kartesischen Koordinatensystemen.

[0053] Mittels eines Motors (nicht gezeigt) wird eine erste Gewindewelle 16 angetrieben, welche parallel zur  $\gamma$ -Achse verläuft. Die erste Gewindewelle 16 weist einen Bereich 18 auf, der als Schneckenwelle ausgeformt ist. Durch mechanische Wechselwirkung mit dem Bereich 18 wird ein parallel zur  $z$ -Achse angeordneter Haltearm 20 in einer Richtung

parallel zur  $\gamma$ -Achse fortbewegt, wodurch eine mit dem Haltearm 20 verbundene, entlang der  $\gamma$ -Achse angeordnete zweite Gewindewelle 22 und das darauf angeordnete Werkstück 10 linear entlang der  $\gamma$ -Achse bewegt wird. Ferner umfasst die Vorrichtung eine dritte Gewindewelle 40, welche entlang der z-Achse verläuft. Die Rotation der drei Gewindewellen 16, 22 und 40 erfolgt synchronisiert, wobei die mechanische Übertragung über ein Zahnradsystem 24 bewerkstelligt wird. Das Zahnradsystem 24 besteht aus drei Zahnrädern (Stirn- oder Kegelzahnräder) 26, 28 und 42, welche auf den drei Gewindewellen 16, 22 und 40 gelagert sind, einer senkrecht zur  $\gamma$ -Achse angeordneten Schneckenwelle 30 sowie einer weiteren Gewindewelle 44, die einen Bereich 46 aufweist, der als Schneckenwelle ausgeformt ist. Auf der Schneckenwelle 30 ist ein weiteres Zahnrad 32 gelagert, und auf der Gewindewelle 44 ist ein weiteres Zahnrad 38 gelagert. Die Schneckenwelle 30 treibt das Zahnrad 28 auf der zweiten Gewindewelle 22 an, während ebenfalls eine Übertragung der Drehbewegung zwischen den zueinander senkrecht angeordneten Zahnrädern 26, 32 erfolgt. In diesem Ausführungsbeispiel erfolgt an dieser Stelle eine Untersetzung der Geschwindigkeit von 2 : 1. Dadurch wird die Drehbewegung auf das Werkstück 10 übertragen, welches mittels einer Halterung 36a, 36b auf der zweiten Gewindewelle 22 angeordnet ist. Aufgrund der gleichzeitig ausgeführten linearen Abwärtsbewegung (entlang der  $\gamma$ -Achse) muss die Achse der zweiten Gewindewelle 22 mit der Halterung 36a, 36b des Werkstückes teleskopartig mit einem Rohr 34 so verbunden sein, dass die Drehung übertragen, die entlang der  $\gamma$ -Achse gerichtete Abwärtsbewegung gleichzeitig aber nicht behindert wird. Um einen Öffnungswinkel von  $\gamma = 60^\circ$  zu überstreichen, während das Werkstück 10 über die Distanz d nach unten bewegt wird, muss bei dieser Anordnung das Zahnrad 28 einen Radius r von  $3d/2\pi$  aufweisen, also von rund  $d/2$ .

**[0054]** Ferner treibt die Gewindewelle 44 über den als Schneckenwelle ausgeformten Teil 46 das Zahnrad 42 auf der dritten Gewindewelle 40 an, während ebenfalls eine Übertragung der Drehbewegung zwischen den beiden Zahnrädern 26, 38 erfolgt. Die dritte Gewindewelle 40 ist raumfest gelagert, und die gesamte Vorrichtung einschließlich der ersten und zweiten Gewindewelle ist so gelagert, dass sie sich bei einer Drehung der dritten Gewindewelle 40 um diese dreht. Da das eingezeichnete Koordinatensystem als körperfest auf das Werkstück 10 bezogenes aufzufassen ist, liegen die erste Gewindewelle 16 und die zweite Gewindewelle 22 nach einer Drehung um die dritte Gewindewelle 40 weiterhin parallel zur  $\gamma$ -Achse.

**[0055]** Während der Rotationsbewegung des Werkstücks 10 um die zweite Gewindewelle 22 und die dritte Gewindewelle 40 und der gleichzeitig ausgeführten Translationsbewegung entlang der  $\gamma$ -Achse wird durch einen Schneidstrahl 12 ein Schlitz in das Werkstück 10 gefräst. Der Schneidstrahl 12 verläuft in der dargestellten Lage des Werkstücks parallel zur x-Achse und behält diese Richtung während des gesamten Fräsvorganges raumfest bei, nimmt also nicht an der Drehung des Werkstücks 10 und des auf dieses bezogenen körperfesten Koordinatensystems teil. Er folgt dabei dem Strahlengang durch die herzustellende Blende.

**[0056]** In der Darstellung ist das Werkstück 10 symmetrisch in die Halterung 36a, 36b eingesetzt, um die in Figur 3 dargestellte erfindungsgemäße Schlitzblende des ersten Ausführungsbeispiels herzustellen. Um die in Figur 6 dargestellte Schlitzblende des zweiten Ausführungsbeispiels und die in Figur 7 dargestellte Schlitzblende des dritten Ausführungsbeispiels, bei denen die Zentralachse außerhalb des Blendenkörpers verläuft, herzustellen, ist das Werkstück 10 asymmetrisch einzusetzen, so dass die durch die zweite Gewindewelle 22 verlaufende Drehachse außerhalb des Blendenkörpers zu liegen kommt. Um eine Schlitzblende mit mehreren Spalten wie im dritten Ausführungsbeispiel herzustellen, können mehrere Fräsvorgänge durchgeführt werden, wobei das Werkstück 10 jeweils in einer dem zu fräsenden Spalt entsprechenden Lage einzusetzen ist.

**[0057]** Das Werkstück 10 besteht aus einem geeigneten Kollimatormaterial, beispielsweise Densimet als mechanisch verarbeitbare Wolframlegierung. Für Röntgenstrahlung, insbesondere rückgestreute Röntgenstrahlung, ist Blei prinzipiell auch geeignet, aber nur schwer mechanisch verarbeitbar. Denkbar wäre die Herstellung im Gussverfahren. Eine Form hierzu könnte mit einem Rohling aus einem anderen geeigneten Material gefertigt werden.

**[0058]** Dass die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren geeignet sind, eine erfindungsgemäße Schlitzblende herzustellen, wird am Beispiel der Vorrichtung gemäß Anspruch 9, insbesondere gemäß Anspruch 10, des Verfahrens gemäß Anspruch 14, insbesondere gemäß Anspruch 15, und der Schlitzblende gemäß Anspruch 2, insbesondere gemäß Anspruch 3, gezeigt.

**[0059]** Die durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 9 und das Verfahren gemäß Anspruch 14 geschnittenen Strahlengänge werden in dem oben eingeführten körperfesten, d.h. mit dem Werkstück fest verbundenen kartesischen Koordinatensystem beschrieben. Der Ursprung des Koordinatensystems liegt in dem gemeinsamen Schnittpunkt der beiden Drehachsen und der Schnittlinie des Schneidwerkzeugs, und die y-Achse zeigt entlang der ersten Drehachse. Die x-Achse und die z-Achse liegen so, dass sie in der in Figur 8 dargestellten, als Ausgangslage betrachteten Lage des Werkstücks entlang der Schnittlinie des Schneidwerkzeugs bzw. entlang der zweiten Drehachse liegen. Die Geradengleichung der Schnittlinie des Schneidwerkzeugs wird nun in diesem Koordinatensystem beschrieben. In der Ausgangslage hat sie die Form

$$\vec{r} = (0,0,0) + \lambda(1,0,0).$$

**[0060]** Da die erste Drehachse sich mit dem Werkstück mitdreht und somit in dem körperfesten Koordinatensystem eine feste Richtung aufweist, während die zweite Drehachse bei einer Drehung um die erste Drehachse ihre Richtung in dem körperfesten Koordinatensystem ändert, ist zunächst die Drehung um die zweite Drehachse anzuwenden und dann erst die Drehung um die körperfeste erste Drehachse und die Verschiebung entlang derselben. Eine Drehung um einen Winkel  $\vartheta$  um die in der Ausgangslage in z-Richtung liegende zweite Drehachse ergibt

$$\vec{r} = (0,0,0) + \lambda(\cos\vartheta, \sin\vartheta, 0).$$

**[0061]** Eine Drehung um einen Winkel  $\varphi$  um die körperfest in  $\gamma$ -Richtung liegende erste Drehachse ergibt dann

$$\vec{r} = (0,0,0) + \lambda(\cos\vartheta \cos\varphi, \sin\vartheta, \cos\vartheta \sin\varphi),$$

und eine Verschiebung um eine Strecke  $y_0$  entlang der körperfest in  $\gamma$ -Richtung liegenden ersten Drehachse führt schließlich auf

$$\vec{r} = (0, y_0, 0) + \lambda(\cos\vartheta \cos\varphi, \sin\vartheta, \cos\vartheta \sin\varphi).$$

**[0062]** Die hergestellte Schlitzblende hat also in der  $y$ -Achse eine Zentralachse, durch die alle Schnittlinien verlaufen, und weist somit das zusätzliche Merkmal des Anspruchs 2 auf. Werden die beiden Rotationsbewegungen und die Translationsbewegung linear gekoppelt, so besteht zwischen der Strecke  $y_0$ , die die Lage des Schnittpunkts der Schnittlinie mit der Zentralachse angibt, und den Winkeln  $\vartheta$  und  $\varphi$ , die die Polarwinkel des Richtungsvektors  $(\cos\vartheta \cos\varphi, \sin\vartheta, \cos\vartheta \sin\varphi)$  bezüglich der  $\gamma$ -Achse sind, ein linearer Zusammenhang. Somit weist in diesem Fall die hergestellte Schlitzblende das zusätzliche Merkmal des Anspruchs 3 auf. Der Richtungsvektor der Schnittlinie bildet mit der  $\gamma$ -Achse den Winkel  $\pi/2 - \vartheta$ . Da dieser Winkel in linearem Zusammenhang mit der  $\gamma$ -Koordinate des Schnittpunkts mit der Zentralachse steht, nimmt (bei geeigneter Wahl des Drehsinns) der Abstand in  $\gamma$ -Richtung der Schnittlinien zum Abbildungsbereich hin ab. Somit weist die solchermaßen hergestellte Schlitzblende auch das Kennzeichen des Anspruchs 1 auf.

**[0063]** Als gaußsche Krümmung der Regelfläche der solchermaßen hergestellten Schlitzblende ergibt sich ein Bruch mit dem Zähler  $-\dot{\varphi}\cos^2\vartheta$ , wobei  $\dot{\varphi}$  die konstante Rate ist, mit der sich der Winkel  $\varphi$  entlang der Zentralachse linear ändert. Die Winkel  $\vartheta = \pm\pi/2$ , bei denen diese Krümmung verschwindet, werden nicht verwendet, da der Strahlengang in diesem Fall entlang der Zentralachse verlaufen und nicht in Richtung des Abbildungsbereichs führen würde. Bei von Null verschiedener Änderungsrate  $\dot{\varphi}$  des Winkels  $\varphi$  verschwindet somit die gaußsche Krümmung nirgends in dem für die Abbildung verwendeten Teilbereich der Regelfläche.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

##### [0064]

|    |                     |
|----|---------------------|
| 10 | Werkstück           |
| 12 | Schneidwerkzeug     |
| 16 | erste Gewindewelle  |
| 18 | Schneckenwelle      |
| 20 | Haltearm            |
| 22 | zweite Gewindewelle |
| 24 | Zahnradsystem       |
| 26 | Zahnrad             |
| 28 | Zahnrad             |
| 30 | Schneckenwelle      |

|    |                                                                      |                                |
|----|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|    | 32                                                                   | Zahnrad                        |
|    | 34                                                                   | Rohr                           |
|    | 36a, b                                                               | Halterung                      |
|    | 38                                                                   | Zahnrad                        |
| 5  | 40                                                                   | dritte Gewindewelle            |
|    | 42                                                                   | Zahnrad                        |
|    | 44                                                                   | Gewindewelle                   |
|    | 46                                                                   | Schneckenwelle                 |
|    | 50                                                                   | Schlitzblende                  |
| 10 | 52                                                                   | erstes Absorptionselement      |
|    | 54                                                                   | erste nicht-ebene Außenfläche  |
|    | 56                                                                   | zweites Absorptionselement     |
|    | 58                                                                   | zweite nicht-ebene Außenfläche |
|    | 60                                                                   | Spalt                          |
| 15 | 62a, b                                                               | Halterungen                    |
|    | 70, 70'                                                              | Schlitzblende                  |
|    | 72, 72'                                                              | erstes Absorptionselement      |
|    | 76, 76'                                                              | zweites Absorptionselement     |
|    | 80, 80'                                                              | Spalt                          |
| 20 | 90                                                                   | Schlitzblende                  |
|    | 90'                                                                  | weiterer Blendenkörper         |
|    | 92                                                                   | Spalt                          |
|    | 94                                                                   | weiterer Spalt                 |
|    | 100                                                                  | bildgebende Einrichtung        |
| 25 | 102                                                                  | Strahlungsquelle               |
|    | 104                                                                  | Strahlung                      |
|    | 106                                                                  | Abbildungsbereich              |
|    | 108                                                                  | Empfangseinheit                |
|    | 110                                                                  | Blende                         |
| 30 | 112                                                                  | Röntgenröhre                   |
|    | 114                                                                  | Bleiwand                       |
|    | 116                                                                  | Streufilter                    |
|    | 118                                                                  | Testobjekt                     |
|    | 120                                                                  | Blende                         |
| 35 | 122                                                                  | Abschirmwand                   |
|    | 124                                                                  | Detektor                       |
|    | 126                                                                  | Projektionsfläche              |
|    | E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub>                                      | Erzeugende                     |
|    | E <sub>3</sub> , E <sub>4</sub> , E <sub>3</sub> ', E <sub>4</sub> ' | äußerste Erzeugende            |
| 40 | O <sub>1</sub> , O <sub>2</sub> , O <sub>1</sub> ', O <sub>2</sub> ' | Öffnung des Spalts             |

## Patentansprüche

- 45 1. Schlitzblende (50, 70, 90), insbesondere für eine bildgebende Einrichtung (100), welche geeignet ist, von einer Strahlungsquelle (102) ausgehende, insbesondere hochenergetische, Strahlung (104) zu begrenzen und entlang einer optischen Achse (x) nach dem Lochkameraprinzip auf einen Abbildungsbereich (106) zu richten, wobei die Schlitzblende (50, 70, 90) ein erstes Absorptionselement (52, 72) umfasst, welches eine erste nicht-ebene Außenfläche (54) aufweist, von der zumindest ein Teilbereich auf einer Regelfläche liegt, deren gaußsche Krümmung in
- 50 dem Teilbereich nirgends verschwindet,
- wobei die Schlitzblende (50, 70, 90) ein zweites Absorptionselement (56, 76) umfasst, welches eine zweite nicht-ebene Außenfläche (58) aufweist, deren Oberflächenkontur zumindest teilweise komplementär zu der nicht-ebenen Außenfläche (54) des ersten Absorptionselements (52, 72) geformt ist, und
- wobei die beiden Absorptionselemente (52, 72; 56, 76) derart positioniert oder positionierbar sind, dass zwischen
- 55 den beiden nicht-ebenen Außenflächen (54, 58) ein Spalt (60, 80, 92) vorhanden ist,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- der Abstand in einer Richtung (y) senkrecht zu der optischen Achse (x) zwischen den Erzeugenden der Regelfläche sich zum Abbildungsbereich (106) hin verringert.

2. Schlitzblende (50, 70, 90) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
eine Zentralachse ( $y$ ) existiert, die jede der Erzeugenden der Regelfläche schneidet.
- 5 3. Schlitzblende (50, 70, 90) nach Anspruch 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Polarwinkel der Richtungsvektoren der Erzeugenden der Regelfläche bezüglich der Zentralachse ( $y$ ) in linearem Zusammenhang mit dem Schnittpunkt der Erzeugenden der Regelfläche mit der Zentralachse ( $y$ ) stehen.
- 10 4. Schlitzblende (70, 90) nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Zentralachse ( $y$ ) außerhalb des Blendenkörpers liegt.
- 15 5. Schlitzblende (50, 70) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Absorptionselemente (52, 72; 56, 76) einen trapezförmigen Grundriss aufweisen, der sich zur Strahlungsquelle (102) hin erweitert.
- 20 6. Schlitzblende (50) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Öffnung ( $h_1$ ) des Spalts (60) auf der der Strahlungsquelle (102) zugewandten Seite der Schlitzblende (50) größer ist als die Öffnung ( $h_2$ ) des Spalts (60) auf der dem Abbildungsbereich (106) zugewandten Seite der Schlitzblende (50).
- 25 7. Schlitzblende (90) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Schlitzblende (90) zusätzlich zu dem einen Spalt (92) mindestens einen weiteren Spalt (94) umfasst, dessen Form im Wesentlichen durch eine affine Abbildung aus der Form des einen Spalts (92) hervorgeht.
- 30 8. Vorrichtung zur Herstellung einer Schlitzblende (50, 70, 90), umfassend ein Schneidwerkzeug (12), welches geeignet ist, entlang einer geraden Linie zu schneiden, und  
Mittel, welche geeignet sind, eine relative Bewegung zwischen dem Schneidwerkzeug (12) und einem Werkstück (10) zu bewirken derart, dass das Schneidwerkzeug (12) das Werkstück (10) entlang einer Linie schneidet, die einem Strahlengang in der herzustellenden Schlitzblende (50, 70, 90) entspricht,  
35 wobei  
das Schneidwerkzeug (12) geeignet ist, entlang einer ersten Richtung ( $x$ ) zu schneiden;  
die Mittel ein Halteelement (36a, 36b) umfassen, auf welchem ein Werkstück (10) befestigbar ist und welches um eine erste Drehachse (22) drehbar gelagert ist; die Mittel dazu geeignet sind, eine erste Rotationsbewegung des Halteelements (36) um die erste Drehachse (22) und gleichzeitig eine Translationsbewegung des Halteelements (36) entlang der ersten Drehachse (22) zu bewirken; und  
40 die erste Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Halteelements (36) gekoppelt sind,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Mittel ferner geeignet sind, gleichzeitig mit der ersten Rotationsbewegung und der Translationsbewegung eine zweite Rotationsbewegung des Halteelements (36) und der ersten Drehachse (22) um eine zweite Drehachse (40) zu bewirken, und die zweite Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Halteelements (36) gekoppelt sind.  
45
9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
50 die zweite Drehachse (40) entlang einer zweiten Richtung ( $z$ ) senkrecht zur Schneidrichtung ( $x$ ) des Schneidwerkzeugs (12) und senkrecht zur ersten Drehachse (22) verläuft und  
die erste Drehachse (22), die zweite Drehachse (40) und die Linie, entlang derer das Schneidwerkzeug (12) schneidet, einen gemeinsamen Schnittpunkt aufweisen.
- 55 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Translationsbewegung und die erste Rotationsbewegung linear gekoppelt sind und  
die Translationsbewegung und die zweite Rotationsbewegung linear gekoppelt sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Mittel eine erste (16), eine zweite (22) und eine dritte (40) Gewindewelle umfassen, wobei die erste Gewindewelle (16) parallel zu der ersten Drehachse (22) verläuft, die zweite Gewindewelle (22) auf der ersten Drehachse (22) liegt und die dritte Gewindewelle (40) auf der zweiten Drehachse (40) liegt und wobei eine Rotationsbewegung der drei Gewindewellen (16, 22, 40) durch ein Zahnradsystem (24) gekoppelt ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die erste Gewindewelle (16) einen Bereich (18) umfasst, welcher als Schneckenwelle ausgeformt ist, durch welchen ein Haltearm (20), mit welchem die zweite Gewindewelle (22) verbunden ist, entlang der ersten Drehachse (22) bewegbar ist.

13. Verfahren zur Herstellung einer Schlitzblende,

wobei eine relative Bewegung zwischen einem Schneidwerkzeug (12), welches geeignet ist, entlang einer geraden Linie zu schneiden, und einem Werkstück (10) ausgeführt wird derart, dass das Schneidwerkzeug (12) das Werkstück (10) entlang einer Linie schneidet, die einem Strahlengang in der herzustellenden Schlitzblende entspricht; das Werkstück (10) entlang einer unveränderlichen ersten Richtung (x) geschnitten wird; eine erste Rotationsbewegung des Werkstücks (10) um eine erste Drehachse (22) und gleichzeitig eine Translationsbewegung des Werkstücks (10) entlang der ersten Drehachse (22) ausgeführt wird; und die erste Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Werkstücks (10) gekoppelt werden,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

gleichzeitig mit der ersten Rotationsbewegung und der Translationsbewegung eine zweite Rotationsbewegung des Werkstücks (10) und der ersten Drehachse (22) um eine zweite Drehachse (40) ausgeführt wird und die zweite Rotationsbewegung und die Translationsbewegung des Werkstücks (10) gekoppelt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die zweite Drehachse (40) entlang einer zweiten Richtung (z) senkrecht zur Schneidrichtung (x) des Schneidwerkzeugs (12) und senkrecht zur ersten Drehachse (22) verläuft und die erste Drehachse (22), die zweite Drehachse (40) und die Linie, entlang derer das Schneidwerkzeug (12) schneidet, einen gemeinsamen Schnittpunkt aufweisen.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die Translationsbewegung und die erste Rotationsbewegung linear gekoppelt werden und die Translationsbewegung und die zweite Rotationsbewegung linear gekoppelt werden.

## Claims

1. Slit aperture (50, 70, 90), particularly for an imaging apparatus (100), which is suitable for delimiting radiation (104), more particularly high-energy radiation, emitted from a radiation source (102) and for directing it, according to the pinhole camera principle, onto an imaging region (106) along an optical axis (x),

wherein the slit aperture (50, 70, 90) comprises a first absorption element (52, 72), which has a first non-planar external face (54), of which at least one part lies on a ruled surface, the Gaussian curvature of which does not vanish anywhere in the part,

wherein the slit aperture (50, 70, 90) comprises a second absorption element (56, 76), which has a second non-planar external face (58), the surface contour of which is formed at least in part complementary to the non-planar external face (54) of the first absorption element (52, 72), and wherein the two absorption elements (52, 72; 56, 76) are or can be positioned such that there is a gap (60, 80, 92) between the two non-planar external faces (54, 58),

**characterized in that**

the distance in one direction (y) perpendicular to the optical axis (x) between the generatrices of the ruled surface reduces towards the imaging region (106).

2. Slit aperture (50, 70, 90) according to Claim 1,

**characterized in that**

there is a central axis (y) that intersects every generatrix of the ruled surface.

3. Slit aperture (50, 70, 90) according to Claim 2,  
**characterized in that**  
the polar angles of the directional vectors of the generatrices of the ruled surface are, in respect of the central axis (y), linearly related to the intersection of the generatrices of the ruled surface with the central axis (y).
4. Slit aperture (70, 90) according to Claim 2 or 3,  
**characterized in that**  
the central axis (y) is situated outside of the aperture frame.
5. Slit aperture (50, 70) according to one of the preceding claims,  
**characterized in that**  
the absorption elements (52, 72; 56, 76) have a trapezoidal outline, which expands towards the radiation source (102).
6. Slit aperture (50) according to one of the preceding claims,  
**characterized in that**  
the opening ( $h_1$ ) of the gap (60) on the side of the slit aperture (50) facing the radiation source (102) is greater than the opening ( $h_2$ ) of the gap (60) on the side of the slit aperture (50) facing the imaging region (106).
7. Slit aperture (90) according to one of the preceding claims,  
**characterized in that**  
the slit aperture (90), in addition to the one gap (92), comprises at least one further gap (94), the shape of which substantially emerges from an affine transformation of the shape of the one gap (92).
8. Device for producing a slit aperture (50, 70, 90), comprising  
a cutting tool (12) that is suitable for cutting along a straight line, and  
means that are suitable for bringing about a relative movement between the cutting tool (12) and a workpiece (10) such that the cutting tool (12) cuts the workpiece (10) along a line that corresponds to a beam path in the slit aperture (50, 70, 90) to be produced,  
wherein  
the cutting tool (12) is suitable for cutting along a first direction (x);  
the means comprise a holding element (36a, 36b) onto which a workpiece (10) can be attached and which is mounted such that it can rotate about a first rotational axis (22);  
the means are suitable for bringing about a first rotational movement of the holding element (36) about the first rotational axis (22) and, simultaneously, bringing about a translational movement of the holding element (36) along the first rotational axis (22); and  
the first rotational movement and the translational movement of the holding element (36) are coupled,  
**characterized in that**  
the means are furthermore suitable for bringing about a second rotational movement of the holding element (36) and of the first rotational axis (22) about a second rotational axis (40), simultaneously with the first rotational movement and the translational movement, and  
the second rotational movement and the translational movement of the holding element (36) are coupled.
9. Device according to Claim 8,  
**characterized in that**  
the second rotational axis (40) runs along a second direction (z) that is perpendicular to the cutting direction (x) of the cutting tool (12) and perpendicular to the first rotational axis (22) and  
the first rotational axis (22), the second rotational axis (40) and the line along which the cutting tool (12) cuts, have a common point of intersection.
10. Device according to Claim 8 or 9,  
**characterized in that**  
the translational movement and the first rotational movement are coupled linearly and the translational movement and the second rotational movement are coupled linearly.
11. Device according to one of Claims 8 to 10,  
**characterized in that**  
the means comprise a first (16), a second (22) and a third (40) threaded shaft,  
wherein the first threaded shaft (16) runs parallel to the first rotational axis (22), the second threaded shaft (22) lies

on the first rotational axis (22) and the third threaded shaft (40) lies on the second rotational axis (40) and wherein a rotational movement of the three threaded shafts (16, 22, 40) is coupled by a gearwheel system (24).

12. Device according to Claim 11,

**characterized in that**

the first threaded shaft (16) comprises a region (18), which is embodied as a worm drive, by means of which a holding arm (20), to which the second threaded shaft (22) is connected, can be moved along the first rotational axis (22).

13. Method for producing a slit aperture,

wherein a relative movement between a cutting tool (12), which is suitable for cutting along a straight line, and a workpiece (10) is carried out such that the cutting tool (12) cuts the workpiece (10) along a line that corresponds to a beam path in the slit aperture to be produced;

the workpiece (10) is cut along an unchangeable first direction (x);

a first rotational movement of the workpiece (10) about a first rotational axis (22) and, simultaneously, a translational movement of the workpiece (10) along the first rotational axis (22) are carried out; and

the first rotational movement and the translational movement of the workpiece (10) are coupled,

**characterized in that**

a second rotational movement of the workpiece (10) and of the first rotational axis (22) about a second rotational axis (40) is carried out simultaneously with the first rotational movement and the translational movement and the second rotational movement and the translational movement of the workpiece (10) are coupled.

14. Method according to Claim 13,

**characterized in that**

the second rotational axis (40) runs along a second direction (z) that is perpendicular to the cutting direction (x) of the cutting tool (12) and perpendicular to the first rotational axis (22) and

the first rotational axis (22), the second rotational axis (40) and the line along which the cutting tool (12) cuts, have a common point of intersection.

15. Method according to Claim 13 or 14,

**characterized in that**

the translational movement and the first rotational movement are coupled linearly and the translational movement and the second rotational movement are coupled linearly.

## Revendications

1. Ecran fendu (50, 70, 90), en particulier pour dispositif (100) de formation d'image, qui convient pour délimiter le rayonnement (104) émis par une source de rayonnement (102) et en particulier à haute énergie et de l'orienter le long d'un axe optique (x) sur une partie (106) de formation d'image selon le principe de la chambre noire à sténopé, l'écran fendu (50, 70, 90) comportant un premier élément d'absorption (52, 72) qui présente une première surface extérieure non plane (54) dont au moins une partie est située sur une surface réglée dont la courbure de Gauss ne disparaît nulle part dans cette partie,

l'écran fendu (50, 70, 90) comportant un deuxième élément d'absorption (56, 76) qui présente une deuxième surface extérieure non plane (58) dont le contour est au moins partiellement complémentaire de la surface extérieure non plane (54) du premier élément d'absorption (52, 72),

les deux éléments d'absorption (52, 72; 56, 76) étant positionnés ou pouvant l'être de manière à former un interstice (60, 80, 92) entre les deux surfaces extérieures non planes (54, 58),

**caractérisé en ce que**

la distance dans une direction (y) perpendiculaire à l'axe optique (x) entre les génératrices de la surface réglée diminue en direction de la partie (106) de formation d'image.

2. Ecran fendu (50, 70, 90) selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** axe central (y) coupe chacune des génératrices de la surface réglée.

3. Ecran fendu (50, 70, 90) selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les angles polaires des vecteurs de direction des génératrices de la surface réglée par rapport à l'axe central (y) est en relation linéaire avec le point de concours des génératrices de la surface réglée avec l'axe central (y).

4. Ecran fendu (70, 90) selon les revendications 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'axe central (y) est situé à l'extérieur du corps de l'écran.

5. Ecran fendu (50, 70) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les éléments d'absorption (52, 72; 56, 76) présentent un périmètre trapézoïdal qui s'évase en direction de la source de rayonnement (102).

6. Ecran fendu (50) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'ouverture ( $h_1$ ) de l'interstice (60) sur le côté de l'écran fendu (50) tourné vers la source de rayonnement (102) est supérieure à l'ouverture ( $h_2$ ) de l'interstice (60) sur le côté de l'écran fendu (50) tourné vers la partie (106) de formation d'image.

7. Ecran fendu (90) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'écran fendu (90) comporte en plus du premier interstice (92) au moins un autre interstice (94) dont la forme découle essentiellement d'une transformation affine de la forme du premier interstice (92).

8. Dispositif de fabrication d'un écran fendu (50, 70, 90), le dispositif présentent :

un outil de coupe (12) qui permet une découpe le long d'une ligne droite et des moyens qui permettent d'imprimer un déplacement relatif entre l'outil de coupe (12) et une pièce (10) de telle sorte que l'outil de coupe (12) coupe la pièce (10) le long d'une ligne qui correspond à un parcours de rayon dans l'écran fendu (50, 70, 90) à fabriquer,

l'outil de coupe (12) permettant une découpe le long d'une première direction (x), les moyens comportant un élément de maintien (36a, 36b) sur lequel la pièce (10) peut être fixée et montée à rotation autour d'un premier axe de rotation (22),

les moyens permettant d'imprimer un premier déplacement de rotation à l'élément de maintien (36) autour du premier axe de rotation (22) et en même temps un déplacement de translation de l'élément de maintien (36) le long du premier axe de rotation (22) et

le premier déplacement de rotation et le déplacement de translation de l'élément de maintien (36) étant couplés l'un à l'autre,

**caractérisé en ce que**

les moyens permettent en outre, en même temps que le premier déplacement de rotation et que le déplacement de translation, d'imprimer un deuxième déplacement de rotation à l'élément de maintien (36) et au premier axe de rotation (22) autour d'un deuxième axe de rotation (40) et

**en ce que** le deuxième déplacement de rotation et le déplacement de translation de l'élément de maintien (36) sont couplés l'un à l'autre.

9. Dispositif selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le deuxième axe de rotation (40) s'étend le long d'une deuxième direction (z) perpendiculaire à la direction de coupe (x) de l'outil de coupe (12) et perpendiculairement au premier axe de rotation (22) et **en ce que** le premier axe de rotation (22), le deuxième axe de rotation (40) et la ligne le long de laquelle l'outil de coupe (12) effectue sa découpe présentent un point de concours commun.

10. Dispositif selon les revendications 8 ou 9, **caractérisé en ce que** le déplacement de translation et le premier déplacement de rotation sont couplés l'un à l'autre linéairement et **en ce que** le déplacement de translation et le deuxième déplacement de rotation sont couplés l'un à l'autre linéairement.

11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce que** les moyens comprennent un premier arbre fileté (16), un deuxième arbre fileté (22) et un troisième arbre fileté (40),

le premier arbre fileté (16) s'étendant parallèlement au premier axe de rotation (22), le deuxième arbre fileté (22) étant situé sur le premier axe de rotation (22) et le troisième arbre fileté (40) étant situé sur le deuxième axe de rotation (40), les déplacements de rotation des trois arbres filetés (16, 22, 40) étant couplés les uns aux autres par un système (24) de roues dentées.

12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le premier arbre fileté (16) comprend une partie (18) qui est configurée comme arbre hélicoïdal par lequel un bras de maintien (20) auquel le deuxième arbre fileté (22) est relié peut être déplacé le long du premier axe de rotation (22).

13. Procédé de fabrication d'un écran fendu, dans lequel un déplacement relatif entre un outil de coupe (12) qui permet de réaliser une découpe le long d'une ligne droite et une pièce (10) est réalisé de telle sorte que l'outil de coupe (12) découpe la pièce (10) le long d'une ligne qui correspond au parcours d'un rayon dans l'écran fendu à fabriquer,

la pièce (10) étant découpée le long d'une première direction (x) invariable,  
un premier déplacement de rotation de la pièce (10) étant réalisé autour d'un premier axe de rotation (22) et en  
même temps un déplacement de translation de la pièce (10) étant réalisé le long du premier axe de rotation (22),  
le premier déplacement de rotation et le déplacement de translation de la pièce (10) étant couplés l'un à l'autre,

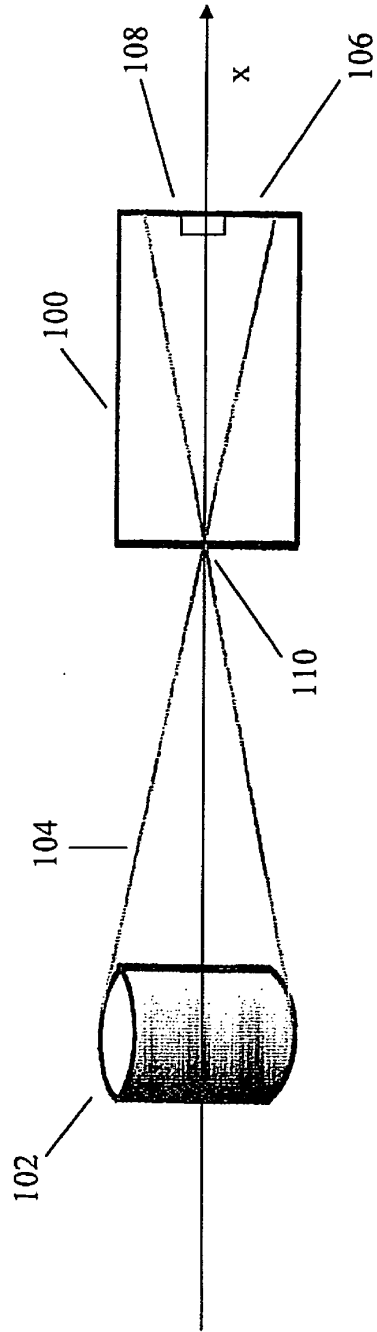
**caractérisé en ce que**

en même temps que le premier déplacement de rotation et le déplacement de translation, un deuxième déplacement  
de rotation de la pièce (10) et du premier axe de rotation (22) est réalisé autour d'un deuxième axe de rotation (40) et  
**en ce que** le deuxième déplacement de rotation et le déplacement de translation de la pièce (10) sont couplés l'un  
à l'autre.

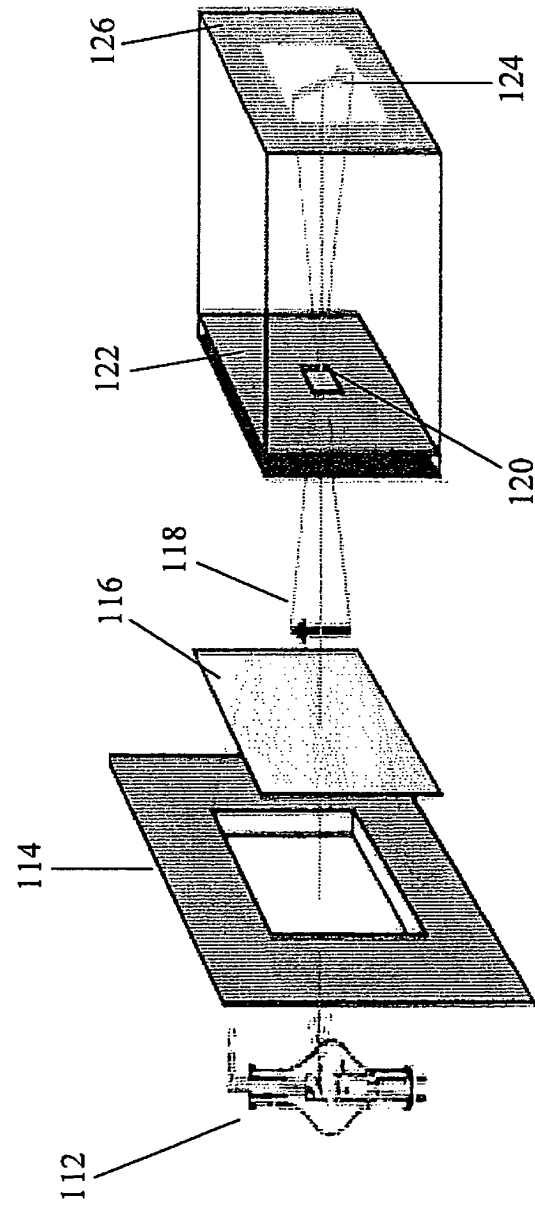
**14.** Procédé selon la revendication 13, **caractérisé en ce que** le deuxième axe de rotation (40) s'étend le long d'une  
deuxième direction (z) perpendiculaire à la direction de coupe (x) de l'outil de coupe (12) et perpendiculairement  
au premier axe de rotation (22) et **en ce que** le premier axe de rotation (22), le deuxième axe de rotation (40) et la  
ligne le long de laquelle l'outil de coupe (12) effectue sa découpe présentent un point de concours commun.

**15.** Procédé selon les revendications 13 ou 14, **caractérisé en ce que** le déplacement de translation et le premier  
déplacement de rotation sont couplés l'un à l'autre linéairement et **en ce que** le déplacement de translation et le  
deuxième déplacement de rotation sont couplés l'un à l'autre linéairement.

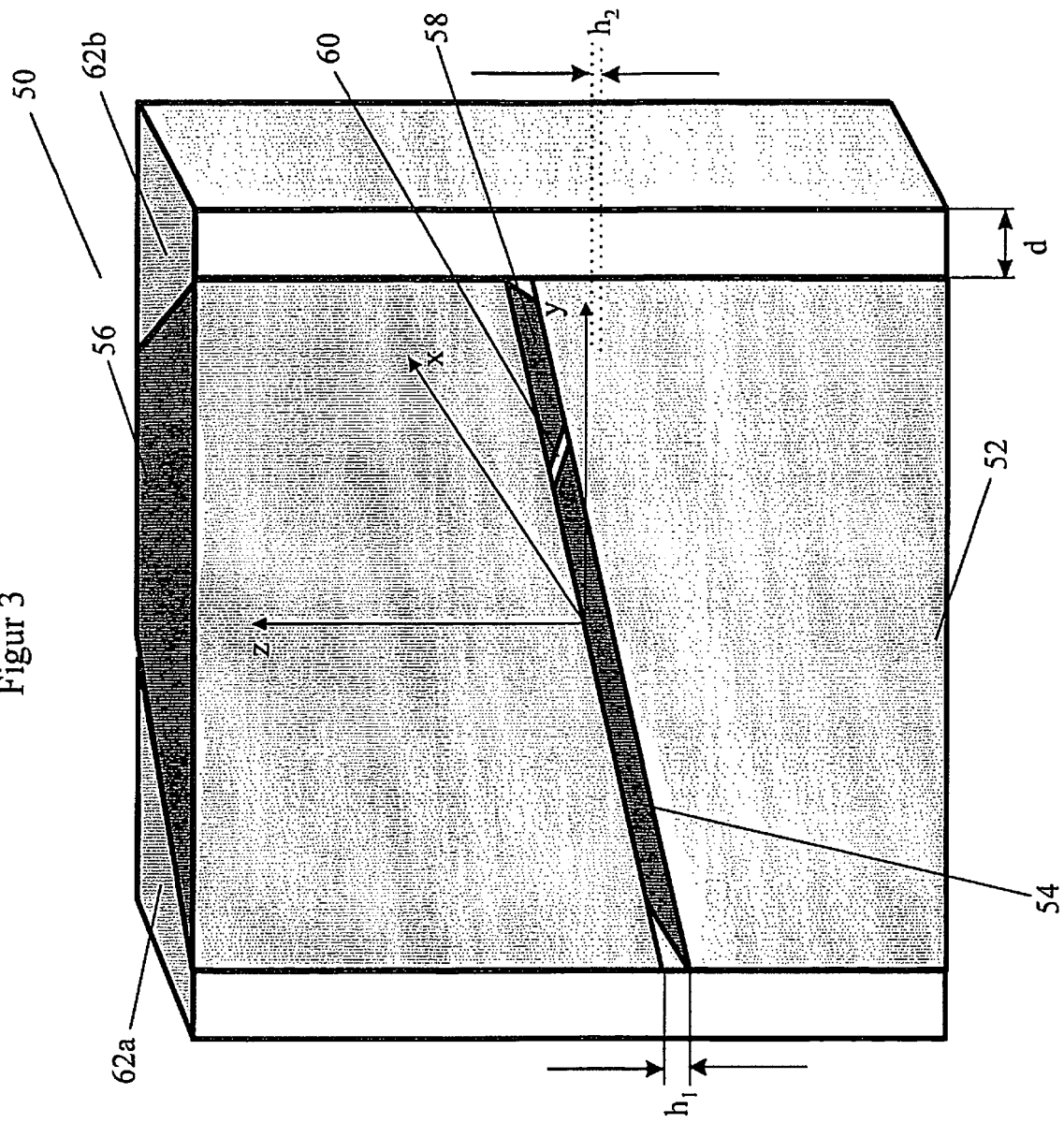
Figur 1

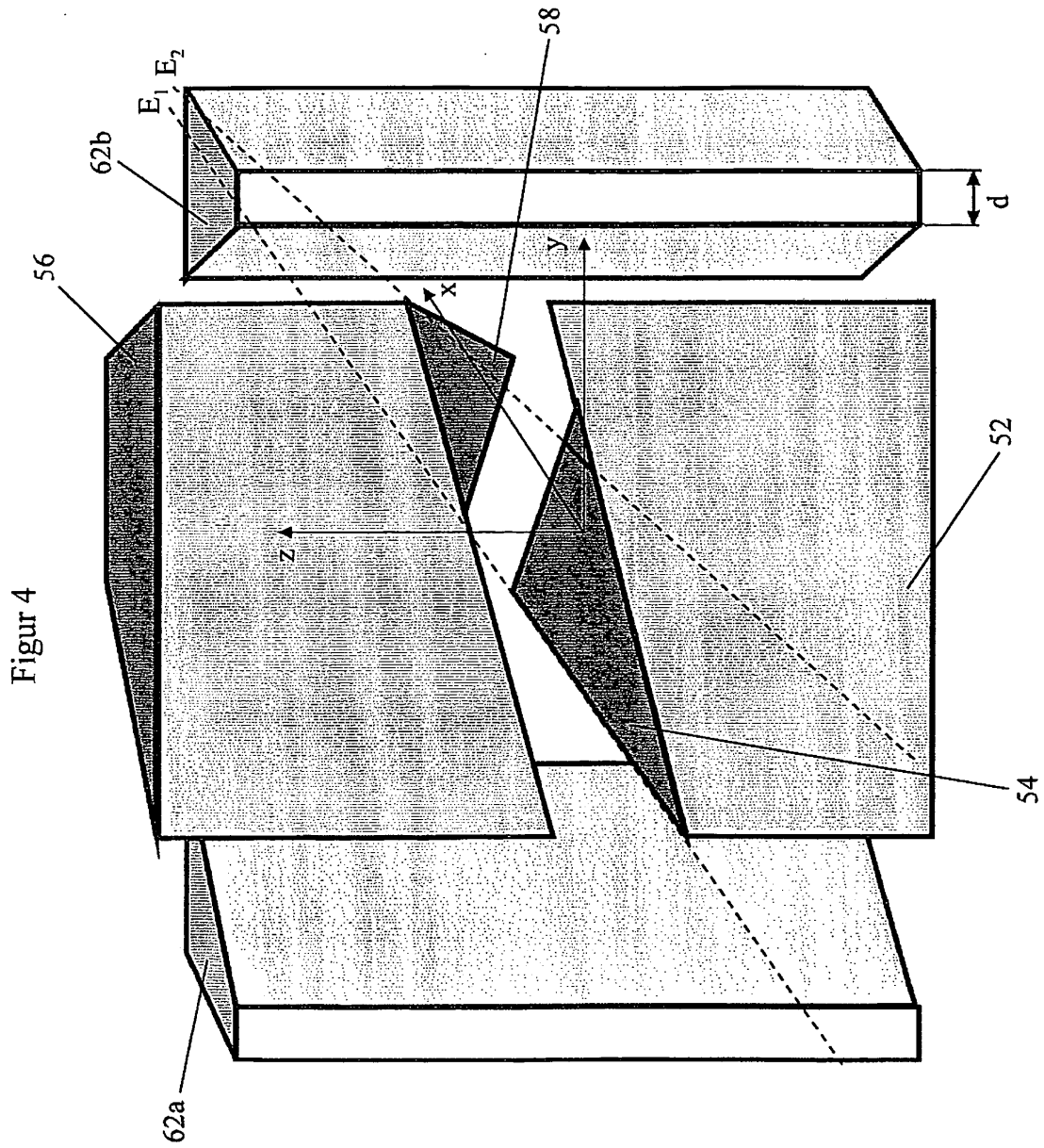


Figur 2

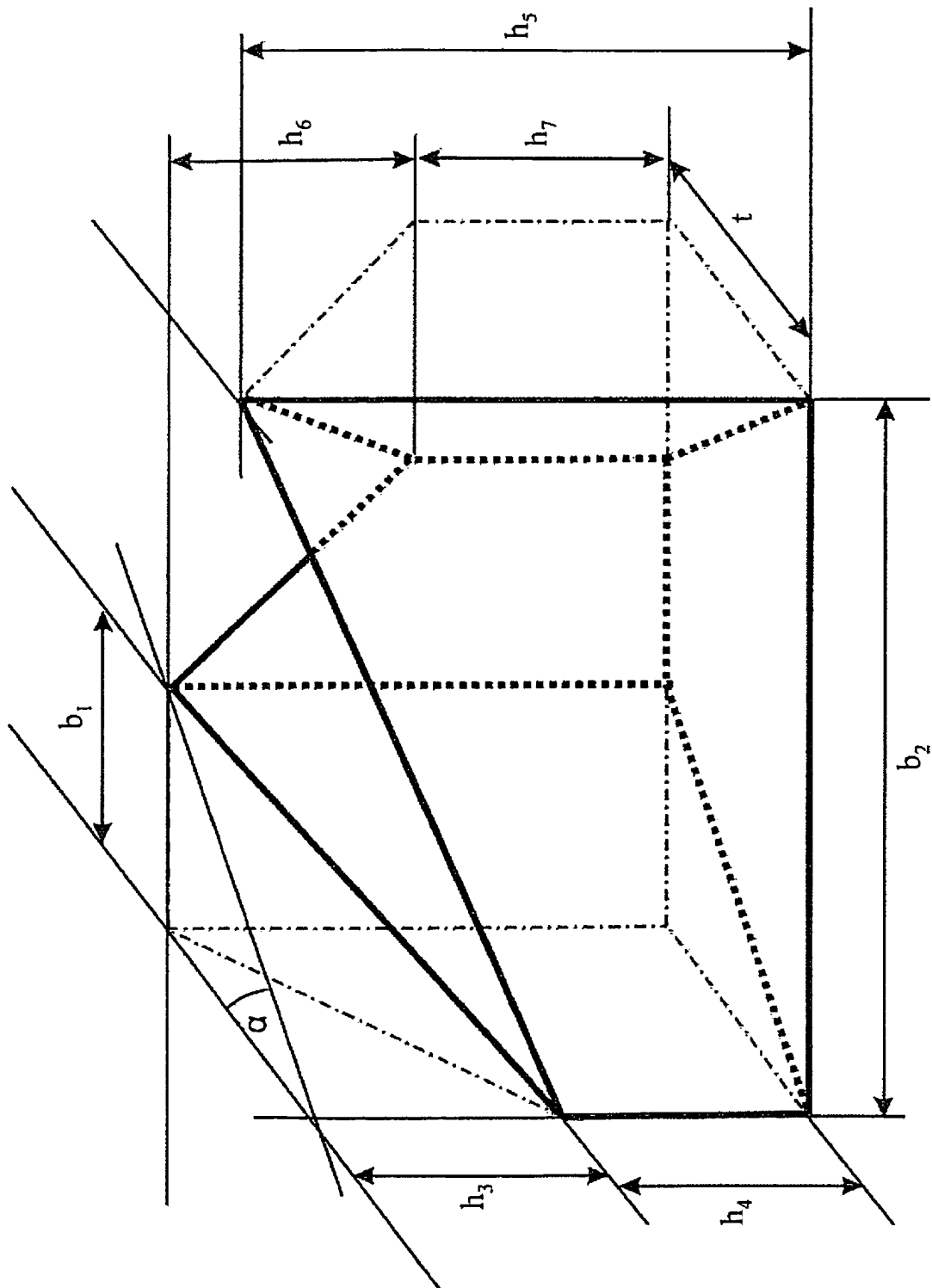


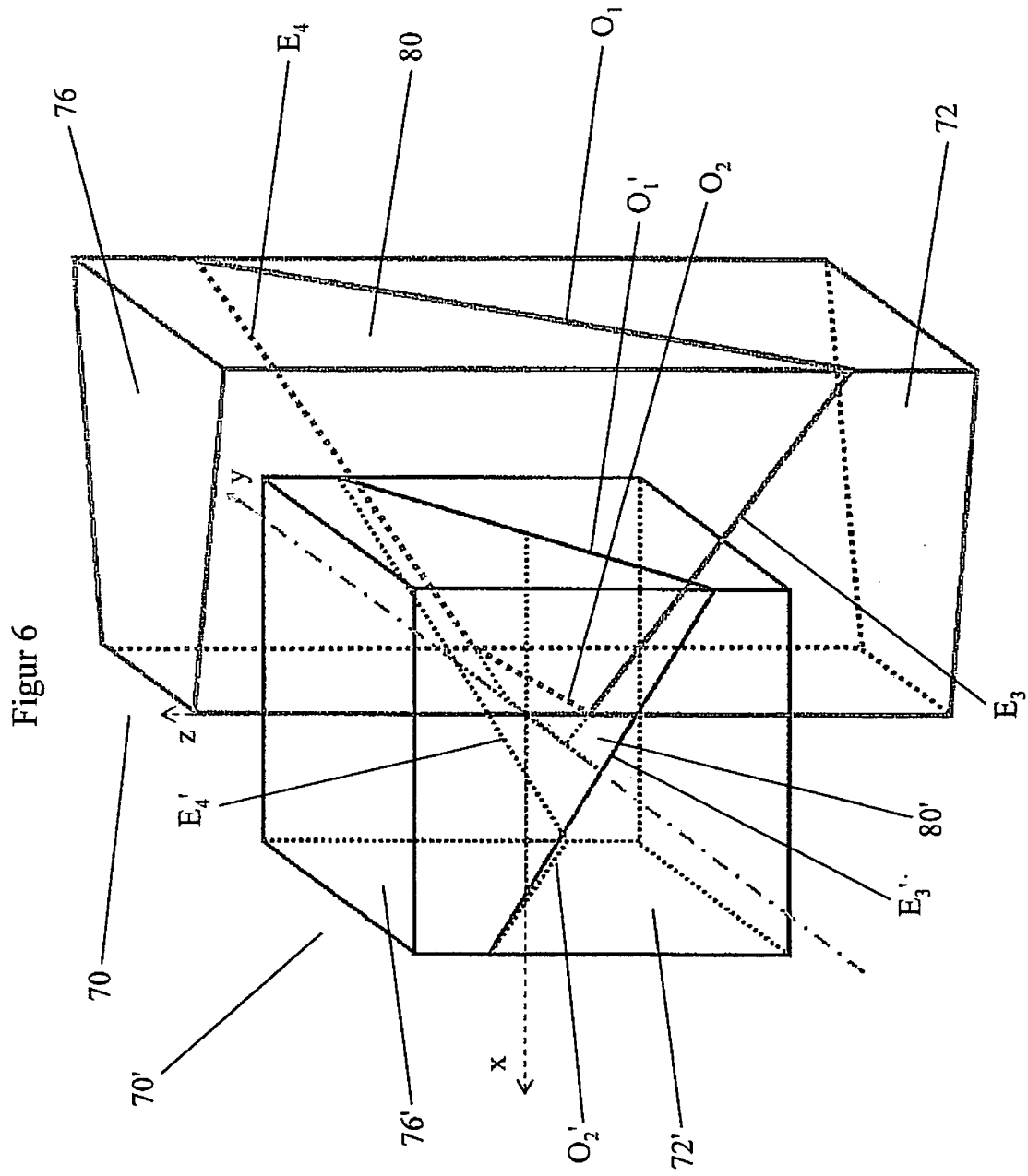
Figur 3

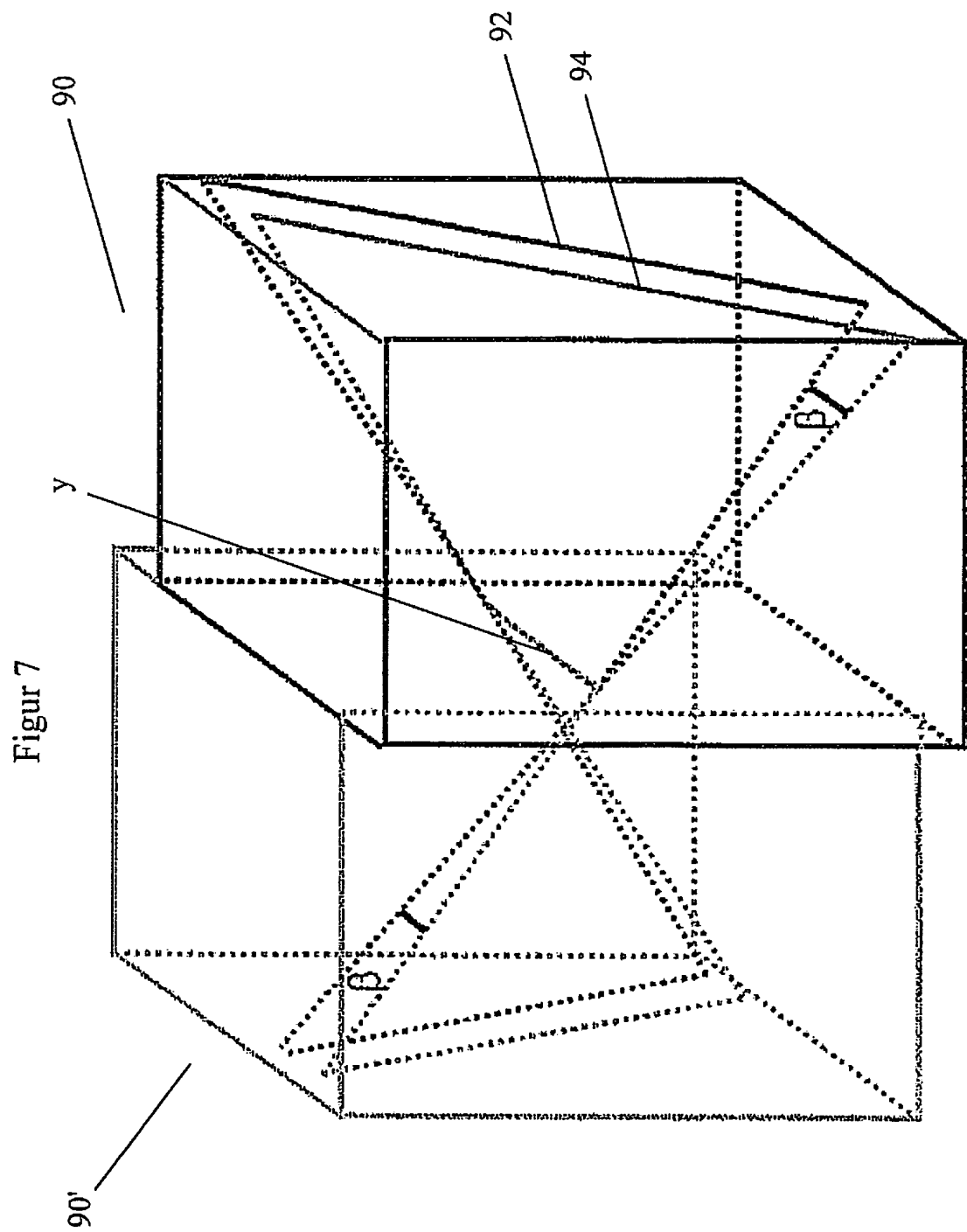




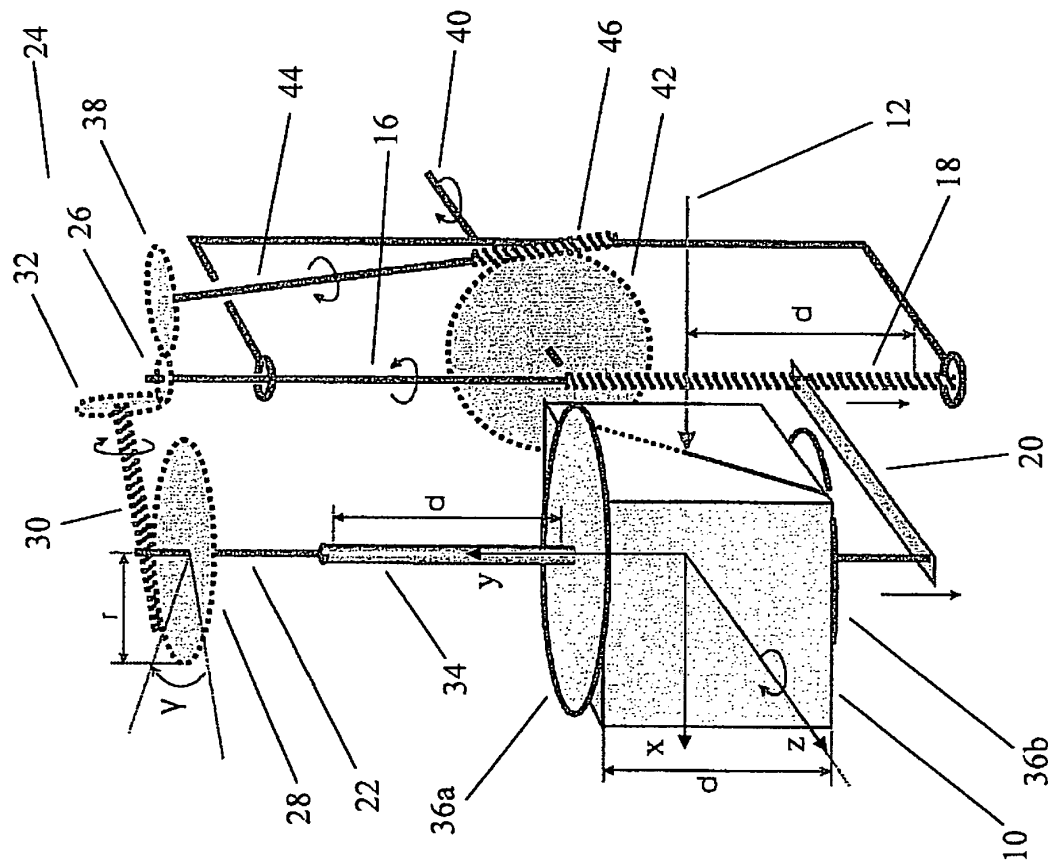
Figur 5







Figur 8



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102005029674 B4 [0006] [0008] [0012] [0013] [0019] [0028] [0048]
- DD 240091 A1 [0016]
- DE 4000507 A1 [0016]
- DE 102005048519 A1 [0018] [0028]
- EP 2062705 A1 [0028] [0030] [0036]
- DE 102008025109754 [0050] [0051]