

(19)



(11)

EP 1 953 537 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.08.2008 Patentblatt 2008/32

(51) Int Cl.:
G01N 23/223 ^(2006.01) **G01T 1/29** ^(2006.01)
G21K 1/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07001978.1**

(22) Anmeldetag: **30.01.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

(72) Erfinder: **KEMMER, Josef, Dr.**
D-85764 Oberschleissheim (DE)

(74) Vertreter: **Samson & Partner**
Widenmayerstrasse 5
80538 München (DE)

(71) Anmelder: **KEMMER, Josef, Dr.**
D-85764 Oberschleissheim (DE)

(54) **Vorrichtung zur Erfassung und/oder Leitung von Röntgenstrahlung unter Verwendung einer Röntgenoptik**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung von Röntgenstrahlung, umfassend: mindestens eine Röntgenoptik (11); und mindestens einen Röntgendetektor (4) zum Erfassen der Röntgenstrahlung (3a;3b;3c), die von einer durch eine

Primärstrahlung (9) bestrahlten Probe (2) emittiert wird,

wobei die Röntgenoptik (11) zwischen der Probe (2) und dem Röntgendetektor (4) angeordnet und derart ausgebildet ist, dass die emittierte Röntgenstrahlung (3a;3b; 3c) parallel ausgerichtet und/oder fokussiert wird.

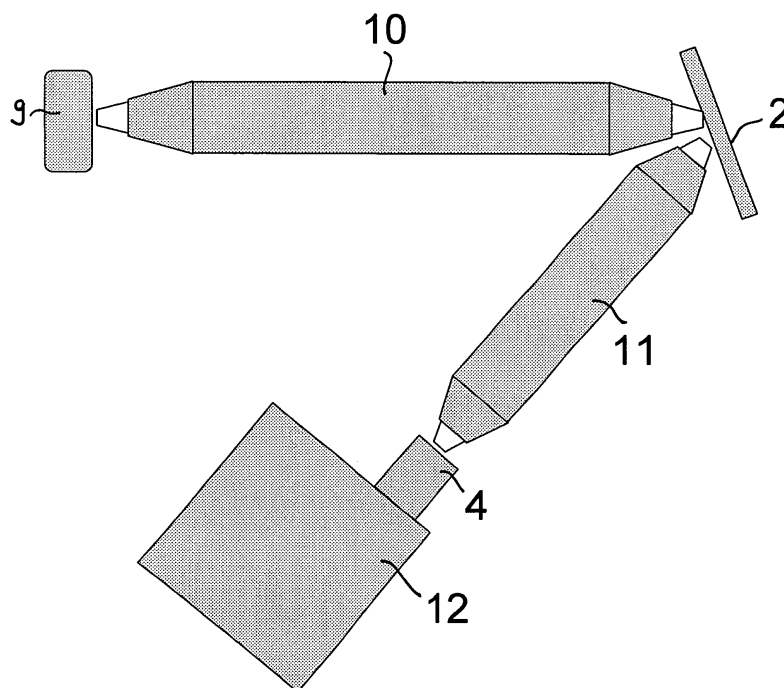


Fig. 5

EP 1 953 537 A1

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung und/oder Leitung von Röntgenstrahlung sowie Verwendungen davon in z.B. analytischen und medizinischen Anwendungen. Ferner betrifft die Erfindung den Einsatz und die Anordnung röntgenoptischer Systeme im Bereich von analytischen bzw. spektroskopischen und medizinischen Anwendungen. Desweiteren betrifft die Erfindung Strahlungsquellen und die Kombination einer oder mehrerer derartiger Strahlungsquellen mit einem oder mehreren optischen Systemen und Sensoren zur Vermessung der Strahlung. Als Sensoren eignen sich in besonderer Weise Halbleiterdetektoren wie z.B. Silizium Drift Detektoren (SDDs) oder PIN-Dioden.

STAND DER TECHNIK

[0002] Röntgenoptische Systeme, insbesondere Linsensysteme und Wellenleiter, die aus einer großen Anzahl von Glaskapillaren (oder speziellen Röntgenspiegeln) zusammengesetzt sind, sind bekannt und werden seit einigen Jahren technisch erfolgreich hergestellt (z.B. IfG - Institute for Scientific Instruments GmbH, Rudower Chaussee 29/3, D-12489 Berlin Germany). Dabei nutzt man das Prinzip der Totalreflexion von Röntgenstrahlung an den Innenflächen von behandelten Glaskapillaren bzw. Röntgenspiegeln, die dazu führt, dass Röntgenstrahlung sowohl fokussiert als auch über längere Distanzen fast verlustfrei weitergeleitet werden kann. Da die Brechungsindizes für Röntgenstrahlung in Glas sehr nah bei 1 liegen, müssen die Strahlen in einem sehr flachen Winkel auf der Oberfläche auftreffen um überhaupt reflektiert zu werden.

[0003] Derartige Linsensysteme eignen sich in hervorragender Weise, das aus einer Röntgenröhre austretende divergierende Röntgenlicht zu kollimieren bzw. auf einen winzigen Punkt zu fokussieren und damit lokale Verstärkungen der Röntgenstrahlung bis zu einem Faktor 500 und sogar noch höher an der Probe zu erreichen.

[0004] Damit ist es z.B. in der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) bzw. Röntgenanalyse möglich, die zu vermessenden Proben mit relativ schwachen Miniaturröhren anzuregen und trotzdem lokal hohe Anregungsintensitäten auf der Probe und damit intensive Sekundärstrahlung (Fluoreszenzstrahlung) zu erhalten.

[0005] Bekanntermaßen wird die Intensität und Energieverteilung dieser Fluoreszenzstrahlung genutzt, um eine zerstörungsfreie quantitative Analyse der bestrahlten Probe durchzuführen. Dies ist deshalb möglich, weil jedes Element des Periodensystems eine sog. charakteristische Fluoreszenzstrahlung im Röntgenbereich aufweist, die durch die Primärstrahlung angeregt wird und zur quantitativen Analyse der Materialzusammensetzung der Probe genutzt werden kann.

[0006] Die röntgenoptischen Eigenschaften der vorge-

nannten kapillaren Linsensysteme hängen dabei vom Aufbau und der Art der Kapillaren ab. So sind z.B. Linsensysteme erhältlich, die das Röntgenlicht einer Punktquelle wieder auf einen punktförmigen Fokus abbilden. Dabei können die Dimensionen, insbesondere auch die Länge dieser Linsensysteme in weiten Grenzen variiert werden. Es gibt aber auch sog. Halblinsen, die aus einem divergierenden Strahl einen parallelen Röntgenstrahl erzeugen bzw. in Umkehrung des Strahlenganges einen parallelen Strahl in einen Fokus konzentrieren.

[0007] In allen bisherigen bekannten Anwendungen röntgenoptischer Systeme werden die Röntgenlinsen dazu benutzt, die Intensität schwacher Röntgenquellen auf eine Probe zu fokussieren und damit zu verstärken. Das hat hauptsächlich wirtschaftliche Gründe, da schwache Röntgenquellen geringere Dimensionen besitzen, einfacher und gefahrloser zu betreiben sind und in der Anschaffung bedeutend kostengünstiger sind.

20 KURZFASSUNG DER ERFINDUNG

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, neue Einsatzmöglichkeiten für röntgenoptische Systeme bereitzustellen.

[0009] Nach einem ersten Aspekt stellt die Erfindung eine Vorrichtung zur Erfassung von Röntgenstrahlung, nach dem Gegenstand von Anspruch 1 bereit. Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist auf eine Vorrichtung zur Leitung von Röntgenstrahlung, nach dem Gegenstand von Anspruch 19 gerichtet. Weitere Aspekte der Erfindung betreffen Verwendungen der genannten Vorrichtungen, im Bereich der Röntgenfluoreszenzanalyse, der Röntgenanalytik, der Medizintechnik, in der Qualitätssicherung und/oder Produktionsüberwachung.

[0010] Weitere Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und der beigefügten Zeichnung.

40 KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0011] Weitere Aspekte und Merkmale der Erfindung werden nachstehend ohne Beschränkung des Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen in Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben, auf die übrigens hinsichtlich der Offenbarung aller im Text nicht näher erläuterten erfindungsgemäßen Einzelheiten ausdrücklich verwiesen wird. Dabei zeigt:

[0012] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Erfassung von Röntgenstrahlung mit einem kapillaren Linsensystem, das dazu dient, die divergierende Röntgenstrahlung von einer zur Fluoreszenz angeregten Probe in einem größeren Raumwinkel zu erfassen und auf den Röntgendetektor zu fokussieren.

[0013] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel: ein ähnlicher Aufbau wie Fig. 1, wobei jedoch der Röntgenstrahl von der Probe durch eine sog. Halblinse in einen parallelen Strahl umgewandelt wird. Hier kann erfindungsge-

mäß ein paralleler Röntgenstrahl erzeugt und auf einen weiter entfernten Röntgendetektor geleitet und vermessen werden.

[0014] Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel: zwei der Halblinsen, wobei die eine die Röntgenstrahlung parallelisiert und die andere die parallelisierte Strahlung fokussiert. Dazwischen befindet sich ein Behältnis, das evakuiert oder mit einem Medium geringer Absorption gefüllt ist.

[0015] Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel: ein Leiter für Röntgenlicht, mit dessen Hilfe die Strahlung ohne große Verluste über größere Distanzen geführt werden kann. Auch diese Vorrichtung kann für die erfindungsgemäße Anwendung eingesetzt werden.

[0016] Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel eines möglichen Aufbaus einer Röntgenquelle, einer Röntgenoptik zwischen der Röntgenquelle und der Probe, der Probe, der Röntgenoptik zwischen der Probe und dem Röntgendetektor und dem Röntgendetektor, der auf einem Gehäuse montiert ist.

[0017] Fig. 6 eine Photographie eines Röntgenspektrometers der Firma KETEK GMBH, München, das in einem Ausführungsbeispiel der Erfindung eingesetzt werden kann.

BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0018] Fig. 1 veranschaulicht im Detail ein erstes Ausführungsbeispiel mit einem kapillaren Linsensystem, das dazu dient, die divergierende Röntgenstrahlung von einer zur Fluoreszenz angeregten Probe in einem größeren Raumwinkel zu erfassen und auf den Röntgendetektor zu fokussieren, um damit einen Verstärkungseffekt bis zu 500 und höher zu erzielen. Gleiche Bezugszeichen in den Figuren bezeichnen gleiche oder ähnliche Teile in den Ausführungsbeispielen.

[0019] Vor einer detaillierten Beschreibung der Fig. 1 folgen zunächst allgemeine Erläuterungen zu den Ausführungsbeispielen.

[0020] Bei erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen dient die Röntgenoptik nicht zur Verstärkung der Intensität der primären Röntgenquelle, sondern wird dazu genutzt, die von der bestrahlten Probe ausgehende Sekundär- bzw. Fluoreszenzstrahlung zu fokussieren bzw. zu verstärken und sie somit möglichst verlustfrei einem Röntgendetektor zuzuführen, der sich in größerer Entfernung von der Probe befinden kann.

[0021] Bekannte Anwendungen von Röntgenoptiken in der Röntgenspektroskopie haben gemeinsam, dass sich der Röntgendetektor in unmittelbarer Nachbarschaft der zu untersuchenden Probe befindet und die röntgenoptischen Systeme nicht erfindungsgemäß dazu dienen, die von der Probe kommende Sekundärstrahlung über eine längere Distanz von der Probe weg zum Röntgendetektor zu leiten.

[0022] In der Regel befindet sich der Röntgendetektor möglichst nahe an der Probe, um über einen großen

Raumwinkel möglichst viel der Sekundärstrahlung aufzunehmen und zu registrieren. Weiterhin müssen im Allgemeinen zur Reduktion des Signal/Rausch-Verhältnisses die Röntgendetektoren auf Temperaturen zwischen 0 °C und -50 °C gekühlt werden. Es sind also zusätzliche Kühlvorrichtungen über Kühlfinger bzw. Heatpipes erforderlich, um die nötigen Temperaturen am Röntgendetektor zu erreichen. Röntgendetektor und Probe sind oft in speziellen Messkammern eingebaut, die während der Messung evakuiert oder mit Gas gefüllt werden. Dies gilt insbesondere für den Einsatz in Elektronenmikroskopen.

[0023] Erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele zeichnen sich in äußerst vorteilhafter Weise dadurch aus, dass durch den Einsatz der Röntgenoptik zwischen Probe und Röntgendetektor der Röntgendetektor nicht mehr in unmittelbarer Nachbarschaft der Probe platziert werden muss, sondern sogar außerhalb der Messkammer installiert werden kann. Beim Einsatz in Elektronenmikroskopen lässt sich dadurch der durch die rück gestreuten und den Detektor treffenden Elektronen verursachte Untergrund eliminieren.

[0024] Diese erfindungsgemäße Anordnung der Ausführungsbeispiele hat noch weitere wesentliche Vorteile. Der Röntgendetektor mit der gesamten Kühl- und Verstärkertechnik kann in einem separaten Gehäuse außerhalb der evakuierten Messkammer untergebracht werden. Dadurch können die Messkammern verkleinert und die Kühltechnik sehr vereinfacht werden, da keine Kühlfinger mehr benötigt werden. So haben z.B. die standardmäßigen Kühlfinger aus Kupfer die Nachteile, dass sie schwer sind und je nach Durchmesser des Fingers zu einem Wärmeverlust von ca. 0,5 bis 1 Grad C pro cm Länge des Fingers führen. Bei Fingerlängen von mehreren 10 cm muss durch entsprechend stärkere (mehrstufige) Kühlung dieser Verlust kompensiert werden, was einen zusätzlichen technischen Aufwand und Zusatzkosten erforderlich macht. Meist befindet sich das Kühlelement (Peltierkühler/Thermo Electrical Cooler: TEC) im Detektorgehäuse und die Wärme der heißen Seite des Kühlelements muss weggeleitet werden.

[0025] Ein weiterer nicht unbedeutender Vorteil der Anordnung bei erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen ist auch darin zu sehen, dass durch den Einsatz fokussierender Röntgenoptik die Fläche des Röntgendetektors klein gehalten werden kann. Dies bedeutet nicht nur eine Kostenreduktion, sondern eine Verbesserung der Detektorqualität, da der Leckstrom des Röntgendetektors mit seiner Fläche korreliert ist und deshalb aufgrund niedrigerer Leckströme kleine Röntgendetektoren weniger Kühlaufwand erfordern.

[0026] Bei erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen kann dieser Vorteil bei kleinen, Batterie betriebenen Handgeräten ausgenutzt werden, da eine Reduktion des Leckstroms um den Faktor zwei bei Detektoren aus Silizium, wie z.B. SDDs (Silicon Drift Detector) und PIN-Dioden eine Temperaturerhöhung des Röntgendetektors um ca. 7 Grad erlaubt, ohne dessen Eigenschaften zu verschlechtern. Durch die reduzierte Kühlleistung

kann somit eine längere Betriebszeit der Batterien erreicht werden. Alternativ kann ein Röntgendetektor mit höherem Leckstrom tiefer gekühlt und damit der Leckstrom reduziert und der Röntgendetektor in seiner Qualität verbessert werden.

[0027] Ein zusätzlicher Vorteil einer Anordnung von Röntgenoptik zwischen Probe und Röntgendetektor bei erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen besteht weiterhin darin, dass unterschiedliche Röntgenoptiken je nach Erfordernis der Anwendung auf ein und demselben Röntgendetektor montiert werden können, so dass hierbei nicht nur eine hohe Flexibilität beim Einsatz des Kunden erreicht wird, sondern auch bei der Produktion der Detektorsysteme der mechanische Aufbau vereinfacht werden kann und weniger Ausführungsmodelle erforderlich sind.

[0028] Bei erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen sind Vorrichtungen mit mehreren gleichen oder unterschiedlichen Linsensystemen realisierbar, die je nach Problemstellung auch gleichzeitig in vorteilhafter Weise eingesetzt werden können. Selbstverständlich sind auch Kombinationen röntgenoptischer Systeme sowohl für die bekannte Primärstrahlung als auch solche für die von der Probe ausgehende Sekundärstrahlung, oder im Falle von Absorptionsmessungen, der Transmissionsstrahlung möglich. Dabei kann es auch von Vorteil sein, gleichzeitig mehrere röntgenoptische Systeme und mehrere Röntgendetektoren zu benutzen. Derartige Anwendungen sind in der Röntgenstrukturanalyse denkbar.

[0029] Beim Einsatz der Röntgenoptiken in der Primärstrahlung zur Erhöhung der Intensität von schwachen Röntgenquellen spielt eine evtl. auftretende Veränderung des primären Röntgenspektrums keine Rolle. Eine derartige Veränderung des Sekundärspektrums durch die Röntgenoptik hat jedoch den Nachteil, dass es zu Verfälschungen in der Energieverteilung der Sekundärstrahlung und damit zu Fehlern in der auf der Auswertung des Spektrums beruhenden quantitativen Analyse führen kann.

[0030] Um solche Nachteile zu vermeiden, ist es erforderlich, die röntgenoptischen Systeme vor dem Einsatz in der RFA auf ihr spektrales Verhalten zu untersuchen und falls erforderlich über geeignete Software zu korrigieren.

[0031] Da Röntgenlicht sehr geringer Energie selbst in der Luft nur eine kurze Reichweite aufweist, ist es erforderlich in diesem Fall bei langen Kapillaren, diese entweder zu evakuieren, oder mit He zu füllen, das nur eine geringe Absorption aufweist. Da diese Verfahren an sich jedoch bekannt sind, werden sie als Stand der Technik vorausgesetzt und im Detail nicht näher beschrieben.

[0032] Eine vorteilhafte Anwendung von verstellbaren Röntgenoptiken stellt die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Leitung von Röntgenstrahlung dar, umfassend eine Kette von röntgenoptischen Elementen, wobei die röntgenoptischen Elemente in einem Strahlengang hintereinander angeordnet sind. Bei Ausführungsbeispielen müssen die mittleren Ausbreitungsrichtungen zweier

röntgenoptischer Elemente in einem Winkel zueinander liegen, der so gewählt ist, dass die Bedingung der Totalreflexion der Röntgenstrahlung über den Verlauf der röntgenoptischen Elemente erfüllt ist. Die röntgenoptischen Elemente können so miteinander flexibel und/oder gelenkig gekoppelt sein, dass der Winkel zwischen den mittleren Ausbreitungsrichtungen in einem Ausmaß veränderbar ist, dass die Bedingung der Totalreflexion der Röntgenstrahlung über den Verlauf der röntgenoptischen Elemente erfüllt bleibt.

[0033] Eine weitere vorteilhafte Anwendung von verstellbaren Röntgenoptiken stellt die erfindungsgemäße Anwendung flexibler Röntgenspiegel bzw. gebogener oder biegsamer Kapillaren und Kapillarbündel aus geeignetem Material dar, die gegebenenfalls im Innern mit einer oder mehreren Lagen sehr dünner Metallschichten versehen sind, an denen die Totalreflexion der Röntgenstrahlung erfolgt. Mit ihrer Hilfe können Röntgenstrahlen nicht nur gerade aus geleitet und fokussiert, sondern auch in ihrer Ausbreitungsrichtung verändert werden, insbesondere den Ausbreitungsrichtungen gekrümmter Kapillaren folgen. Der erfindungsgemäße Einsatz derartiger gebogener Kapillaren, hat außergewöhnliche konstruktive Vorteile, da ganz offensichtlich sowohl die Röntgenquellen als auch die Röntgendetektoren nicht mehr auf einer geraden Verbindungslinie zur Probe angeordnet werden müssen. Insbesondere bei Einsätzen in Elektronenmikroskopen und kleinen Messkammern bzw. bei Handgeräten können diese Vorteile voll zur Geltung kommen.

[0034] Der erfindungsgemäße Einsatz gebogener oder in der Strahlrichtung veränderbarer, z.B. krümm- oder biegsamer, Kapillaroptiken für den Röntgenbereich ist zum Beispiel von außergewöhnlicher Bedeutung für medizinische Anwendungen, da das Röntgenlicht damit auf engem Raum begrenzt, den Bereichen des menschlichen Körpers zugeführt werden kann, wo es benötigt wird. Ein Beispiel dafür ist die Behandlung von Hauttumoren, die auch durch lineare Röntgenoptiken ausgeführt werden kann. Jedoch eine gebogene bzw. biegsame Kapillaroptik stellt eine große Vereinfachung dar.

[0035] Von noch größerer Bedeutung ist der erfindungsgemäße Einsatz gebogener bzw. biegsamer Röntgenoptiken für endoskopische Behandlungen oder bei der lokalen Bestrahlung innerer Organe. So stellt es einen riesigen Fortschritt in der Tumorbehandlung des Darmbereiches dar, wenn bereits kleine Tumorsiedlungen von der Innenseite des Darms aus gezielt mit Röntgentherapie behandelt werden können. Ein nicht hoch genug einzuschätzender Vorteil der gebogenen bzw. biegsamen Röntgenoptik besteht darin, dass die gesamte Röntgenquelle mit der Stromversorgung usw. sich außerhalb des Körpers befinden, durch den Eingriff nicht in Mitleidenschaft gezogen werden und lediglich die Röntgenoptik gereinigt bzw. ersetzt werden muss.

[0036] Derartige Anordnungen lassen sich in vorteilhafter Weise mit vorhandenen Endoskopen kombinieren, so dass ein schneller Einsatz in der Medizintechnik

zu erwarten ist. Es ist auch möglich die Kapillaren der Röntgenoptik wenigstens teilweise als Lichtleiter zu nutzen, um damit die zu untersuchenden Bereiche auszu-
leuchten bzw. über geeignete optische Systeme sichtbar zu machen und zu lokalisieren.

[0037] Neben diesen beiden beschriebenen Einsatzfeldern spielen Untersuchungen mit Röntgenstrahlung auch in der Mess- und Prüftechnik, sowie in der Überwachung laufender Produktionsverfahren eine immer wichtigere Rolle. Beispiele dafür sind die fehlerfreie Kontaktierung von Chips in der Mikroelektronik oder die Überprüfung von Schweißnähten in Rohrleitungssystemen.

[0038] Als Primärstrahlung zur Anregung der Röntgenfluoreszenzstrahlung einer Probe werden üblicherweise Röntgenstrahlen genutzt, jedoch ist die Anregung der Fluoreszenzstrahlung auch mit anderen Quellen wie Elektronen oder ionisierender Strahlung wie Elektronen, Protonen oder Alpha Teilchen usw. bzw. radioaktiven Quellen möglich. So wird z.B. auch mit dem in einem Elektronenmikroskop benutzten Elektronenstrahl am Ort des Auftreffens ebenfalls Fluoreszenzstrahlung erzeugt, die neben den der Abbildung dienenden rückgestreuten Elektronen für ein Elementmapping genutzt werden kann. Das Verfahren der Analytik in Elektronenmikroskopen wird häufig als EDX Analyse (Engery dispersive x-ray analysis) bezeichnet. Die Analytik mit Hilfe von Protonen wird in einem als PIXE (proton induced x-ray emission) bekannten Verfahren angewandt. Radioaktive Quellen werden häufig in Handgeräten und der Erforschung von Planeten eingesetzt, da sie kleinere Dimensionen aufweisen und keine elektrische Spannungsversorgung benötigen.

[0039] Ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens können die erfindungsgemäßen Anordnungen in vielen dieser nur beispielhaft genannten Bereiche sowie in vielen weiteren nicht aufgeführten Anwendungen in verschiedenen Variationsmöglichkeiten eingesetzt werden.

[0040] Zurückkommend zu Fig. 1 zeigt diese eine Vorrichtung zur Erfassung von Röntgenstrahlung mit einer röntgenoptischen Linse 1, die zwischen einer durch eine Primärstrahlungsquelle (nicht dargestellt), wie Röntgenstrahlquelle, Elektronenstrahlquelle, Quelle ionisierender Strahlung, radioaktive Quellen, etc., bestrahlten Probe 2 und einem Röntgendetektor 4 liegt. Von der Probe 2 geht divergierende Strahlung 3a aus. Dabei handelt es sich um Sekundär- oder Fluoreszenzstrahlung, zu der die Probe 2 durch die Primärstrahlung angeregt wird. Die Linse 1 sammelt die divergierende Strahlung 3a über eine Öffnung mit dem Durchmesser d1 und erzeugt über eine Länge L hinter einer Öffnung mit dem Durchmesser d2 fokussierte Strahlung 3b am Röntgendetektor 4. Der Abstand der Probe 2 zur Linse 1 ist mit f_p bezeichnet, der Abstand der Linse 1 zum Röntgendetektor 4 mit f_D .

[0041] Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zur Erfassung von Röntgenstrahlung mit einer röntgenoptischen Halblinse 5, die am Anfang einer durch eine Primärstrahlungsquel-

le (nicht dargestellt) bestrahlten Probe 2 beginnenden und zu überbrückenden Distanz L liegt, und ein Ende eines Behältnisses 7, das evakuiert oder mit einem Medium geringer Dämpfung gefüllt ist und das sich über einen Teil der zu überbrückenden Distanz L erstreckt. Von der Probe 2 geht divergierende Strahlung 3a aus. Wie in Fig. 1 handelt es sich um Sekundär- oder Fluoreszenzstrahlung, zu der die Probe 2 durch die Primärstrahlung von der (nicht dargestellten) Primärstrahlungsquelle angeregt wird. Die Halblinse 5 sammelt die divergierende Strahlung 3a über eine Öffnung mit dem Durchmesser d1 und erzeugt ein paralleles Strahlenbündel 3c, das im Behältnis 7 einen Teil der Distanz L zurücklegt. Parallele Strahlung im Sinne der Ausführungsbeispiele bedeutet, dass sich einzelne Strahlen in gedachten oder konkreten parallelen, geraden oder gekrümmten Kanälen der Breite δ ausbreiten, wobei δ um ein Vielfaches kleiner ist als die Länge der Kanäle. Fokussieren im Sinne der Ausführungsbeispiele bedeutet, dass ein Strahlenbündel einer bestimmten Breite auf eine kleinere Breite gebündelt wird.

[0042] Fig. 3 zeigt eine weitere Variante mit der Halblinse 5 und das Behältnis 7 in der Anordnung mit Probe 2, wie in Fig. 2, und eine weitere zur Halblinse 5 genau justierte Halblinse 6 vor einem Röntgendetektor 4. Die von der Halblinse 5 über einer ersten Distanz L_a parallelisierte Strahlung 3c überbrückt im Behältnis 7 eine zweite Distanz L_b und wird von der Halblinse 6 über eine dritte Distanz L_c am Röntgendetektor 4 fokussiert. Die übrigen Bezeichnungen und Funktionsweisen entsprechen den Beschreibungen zu Fig. 2 und Fig. 3. Sofern Proben unterschiedliche Geometrien haben, kann das Behältnis 7 auch in der Länge entlang der Distanz L_b variabel ausgeführt sein. Der Röntgendetektor 4 kann aber auch ohne die Halblinse 6 hinter dem Behältnis 7 angebracht sein.

[0043] Sofern kein Fokussieren beabsichtigt ist, kann auch eine gerade Kapillare 8, wie sie in Fig. 4 näher gezeigt ist, zur Überbrückung einer Distanz L zwischen Probe 2 und Röntgendetektor 4 angebracht werden. Ist die Kapillare 8 bevorzugt gebogen, kann damit eine Ausbreitungsrichtung von Röntgenstrahlung beeinflusst werden, solange die Bedingung der Totalreflexion erfüllt bleibt. Es können auch mehrere Kapillare parallel als Kapillarbündel verwendet werden. Die Kapillare 8 kann elastisch verformbar oder dauerhaft gebogen ausgeführt sein.

[0044] In einem Ausführungsbeispiel können statt einer Kapillare 8 auch mehrere Kapillaren in einer Kette im Strahlengang hintereinander angeordnet sein; eine einzelne Kapillare kann aber auch als Kette kürzerer Kapillaren verstanden werden, die im Strahlengang unmittelbar hintereinander angeordnet sind. Genauso können auch Kapillarbündel mittelbar und/oder unmittelbar hintereinander angeordnet sein. Sofern die Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) sowohl fokussiert als auch geleitet werden soll, können auch röntgenoptische Elemente wie Linsen 1, Halblinsen 5, 6, Behältnisse 7, die evakuiert oder mit einem Medium geringer Dämpfung gefüllt sind, und/

oder Kapillaren 8 im Strahlengang hintereinander in einer Kette kombiniert werden. Dabei können in einem anderen Ausführungsbeispiel die einzelnen röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) beweglich zueinander sein. Jedes der röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) führt Röntgenstrahlung (3a; 3b; 3c) entlang einer mittleren Ausbreitungsrichtung, die der gemittelten Ausbreitungsrichtung der Summe der Ausbreitungsrichtungsvektoren der Röntgenstrahlung (3a; 3b; 3c) am Ausgang eines röntgenoptischen Elements (1; 5; 6; 7; 8) entspricht. Sind zwei röntgenoptische Elemente (1; 5; 6; 7; 8) hintereinander aber beweglich zueinander angeordnet, können ihre mittleren Ausbreitungsrichtungen nur soweit voneinander abweichen, dass die Bedingung der Totalreflexion zumindest für einen Teil der Röntgenstrahlung (3a; 3b; 3c) erfüllt bleibt.

[0045] Fig. 5 zeigt den schematischen Aufbau eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Röntgenspektrometers für den Einsatz in der RFA, wobei ein erstes röntgenoptisches Element 10 dazu dient, die Primärstrahlung der Röntgenquelle 9 auf die Probe 2 zu fokussieren. Ein zweites röntgenoptisches Element 11 erfasst die von der Probe 2 ausgehende sekundäre Fluoreszenzstrahlung und bildet sie erfindungsgemäß auf einen Röntgendetektor 4 ab, mit dessen Hilfe die Spektralanalyse durchgeführt wird. Durch geeignete Wahl des röntgenoptischen Linsensystems 11 kann der Abstand des Röntgendetektors 4 von der Probe 2 in weiten Grenzen variiert werden. Da der Kühlfinger entfällt, kann der Röntgendetektor 4 direkt auf einem Gehäuse 12 des Röntgenspektrometers montiert werden, das eine Elektronik enthält und zur Wärmeabfuhr dient.

[0046] Fig. 6 zeigt eine Photographie eines AXAS Röntgenspektrometers der Firma KETEK GMBH, München, das für das Ausführungsbeispiel der Fig. 5 geeignet ist. Dabei ist der thermoelektrisch gekühlte Röntgendetektor über einen längeren Kupferstab als Wärmeleiter mit dem Gehäuse verbunden, das zur Wärmeabfuhr dient und in dem sich die Elektronik befindet. Beim erfindungsgemäßen Einsatz wird der Kupferstab durch eine geeignete Röntgenoptik ersetzt, was ermöglicht, den gekühlten Röntgendetektor direkt im AXAS Gehäuse zu integrieren und damit neben anderen Vorteilen insbesondere eine Verbesserung bzw. eine Reduktion der erforderlichen Kühlleistung zu erreichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung von Röntgenstrahlung, umfassend:

mindestens eine Röntgenoptik (11); und
mindestens einen Röntgendetektor (4) zum Erfassen der Röntgenstrahlung (3a;3b;3c), die von einer durch eine Quelle (9) bestrahlten Probe (2) emittiert und/oder transmittiert wird, wobei die Röntgenoptik (11) zwischen der Pro-

be (2) und dem Röntgendetektor (4) angeordnet und derart ausgebildet ist, dass die emittierte bzw. transmittierte Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) parallel ausgerichtet und/oder fokussiert wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** die von der Probe emittierte Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) die Fluoreszenzstrahlung einer durch Primärstrahlung angeregten Probe ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) von der Probe (2) durch die Röntgenoptik (11) auf einen oder mehreren Röntgendetektor/en (4) abgebildet wird.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) von einer Probe (2) durch mehrere verschiedene oder gleiche Röntgenoptiken (11) auf mehrere Röntgendetektoren (4) abgebildet wird.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) von einer Probe (2) durch mehrere verschiedene oder gleiche Röntgenoptiken (11) auf einen Röntgendetektor (4) abgebildet wird.
6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Röntgenoptik (11) eine Distanz L überbrückt und die Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) zum Röntgendetektor (4) leitet.
7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Röntgendetektor (4) außerhalb einer Messkammer angeordnet ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine weitere Röntgenoptik zwischen der Quelle und der Probe zum Leiten einer Primärstrahlung angeordnet ist.
9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, die als tragbares Handgerät ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Röntgenoptik wenigstens teilweise ein Röntgenspiegel und/oder gekrümmte Kapillare benutzt werden.
11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Röntgenoptik wenigstens teilweise flexible Kapillaren oder Kapillarbündel aus geeignetem Material benutzt werden, die innen mit mindestens einer dünnen Lage eines Metalls beschichtet sind, an der die Totalrefle-

xion erfolgt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Material mehrere Lagen unterschiedlicher Metalle für Reflexion verschiedener Wellenlängen umfasst. 5
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10-12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zusätzlich eine oder mehrere Halblinsen verwendet werden, die einen parallelen Röntgenstrahl erzeugen, der in einem evakuierten bzw. mit einem Medium geringer Dämpfung gefülltem Rohr verlustfrei über eine vorgegebene Entfernung geleitet wird. 10
14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Röntgenoptik Glaskapillaren aufweist, die als Lichtleiter für die Beleuchtung der Probe oder Aufnahme eines optischen Bildes der Probe ausgebildet und angeordnet sind. 20
15. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Montage des Detektors (4) auf ein Gehäuse (12), das Elektronik enthält und gleichzeitig zur Wärmeabfuhr dient. 25
16. Verwendung einer Röntgenoptik (11) in einer Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche. 30
17. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1-15, im Bereich der Röntgenanalytik, der Röntgenfluoreszenzanalyse, der Medizintechnik, in der Qualitätssicherung und/oder Produktionsüberwachung. 35
18. Verwendung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung auch zur lichteptischen Beleuchtung und Erkennung und bildlichen Darstellung der zu überprüfenden Gebiete verwendet wird. 40
19. Vorrichtung zur Leitung von Röntgenstrahlung, umfassend: 45
 - eine Kette von röntgenoptischen Elementen (1; 5; 6; 7; 8), wobei die röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) in einem Strahlengang hintereinander angeordnet sind. 50
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein röntgenoptisches Element (1; 5; 6; 7; 8) der Kette die Röntgenstrahlung (3a;3b;3c) entlang einer mittleren Ausbreitungsrichtung der Röntgenstrahlung leitet. 55
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mittleren Aus-

breitungsrichtungen zweier röntgenoptischer Elemente (1; 5; 6; 7; 8) in einem Winkel zueinander liegen, der so gewählt ist, dass die Bedingung der Totalreflexion der Röntgenstrahlung über den Verlauf der röntgenoptischen Elemente erfüllt ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel zwischen den mittleren Ausbreitungsrichtungen fest ist.
23. Vorrichtung nach einem Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** die röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) so miteinander flexibel und/oder gelenkig gekoppelt sind, dass der Winkel zwischen den mittleren Ausbreitungsrichtungen in einem Ausmaß veränderbar ist, dass die Bedingung der Totalreflexion der Röntgenstrahlung über den Verlauf der röntgenoptischen Elemente zumindest teilweise erfüllt bleibt.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, dass** die röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) beliebig kurz sein können und unmittelbar aneinander anschließen.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, dass** die röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) diskret zueinander angeordnet sind und zwischen den röntgenoptischen Elementen (1; 5; 6; 7; 8) ein Medium mit geringer Dämpfung oder Vakuum ist.
26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, dass** als röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) wenigstens teilweise flexible Kapillaren aus geeignetem Material verwendet werden, die innen mit mindestens einer dünnen Lage eines Metalls beschichtet sind, an der die Totalreflexion erfolgt.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 26, **dadurch gekennzeichnet, dass** das spektrale Verhalten der röntgenoptischen Elemente (1; 5; 6; 7; 8) durch Software korrigiert wird.
28. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 27, im Bereich der Röntgenanalytik, der Röntgenfluoreszenzanalyse, der Medizintechnik, in der Qualitätssicherung und/oder Produktionsüberwachung.
29. Verwendung nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung auch zur lichteptischen Beleuchtung und Erkennung und bildlichen Darstellung der zu überprüfenden Gebiete verwendet wird.

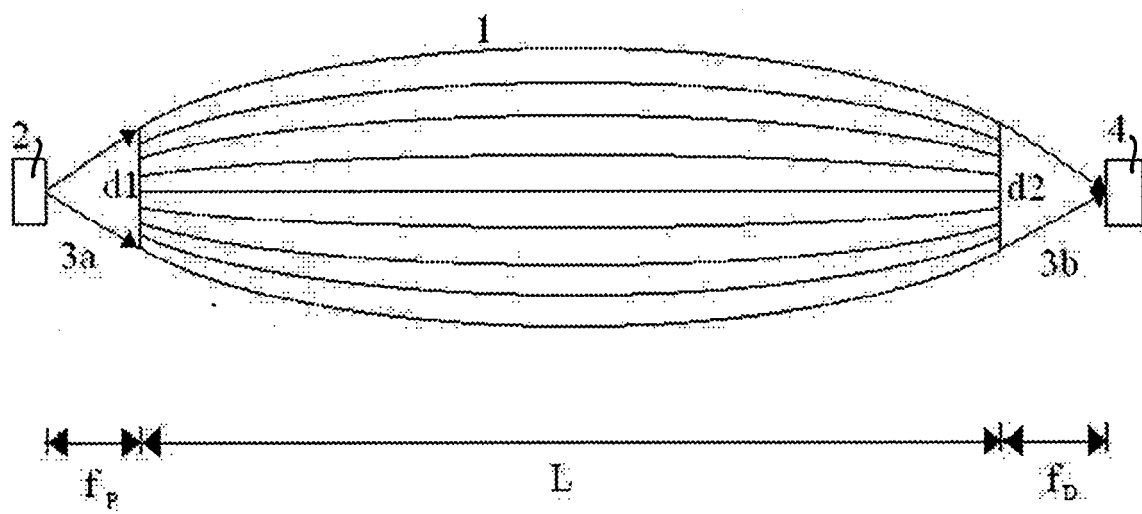


Fig. 1

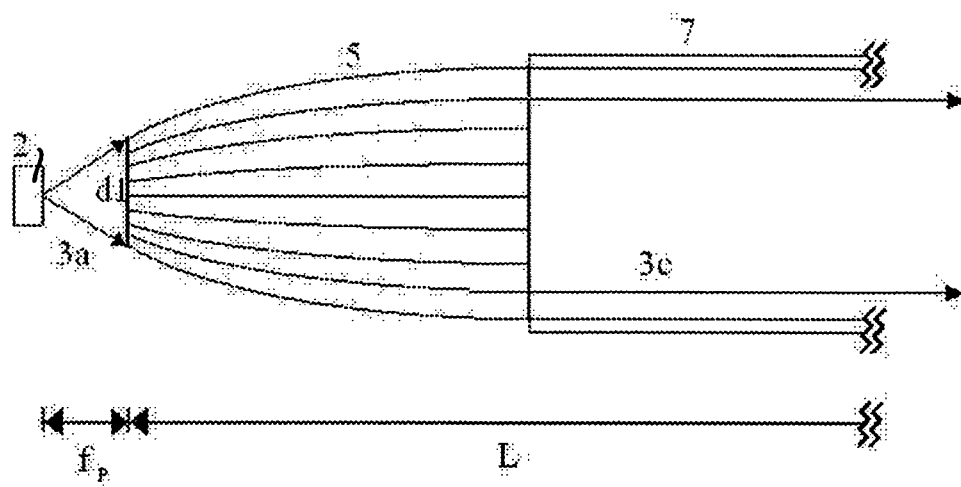


Fig. 2

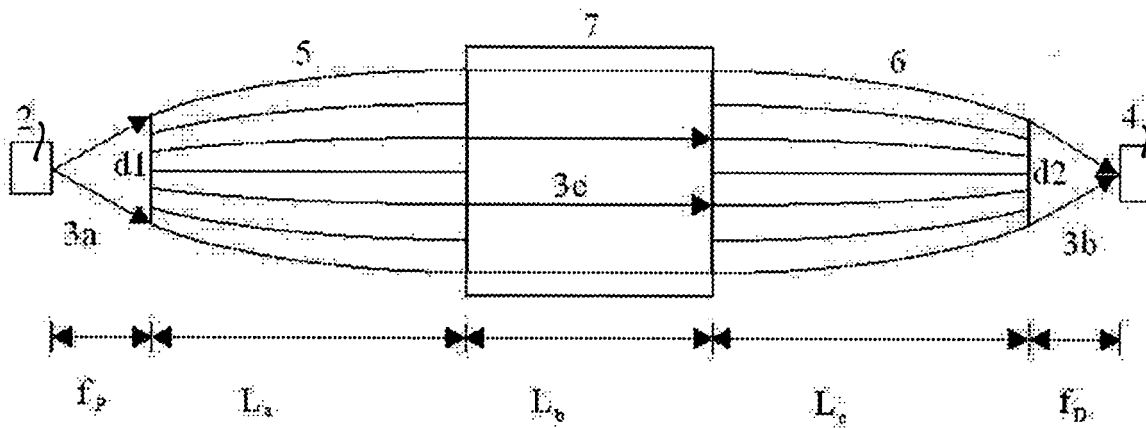


Fig. 3

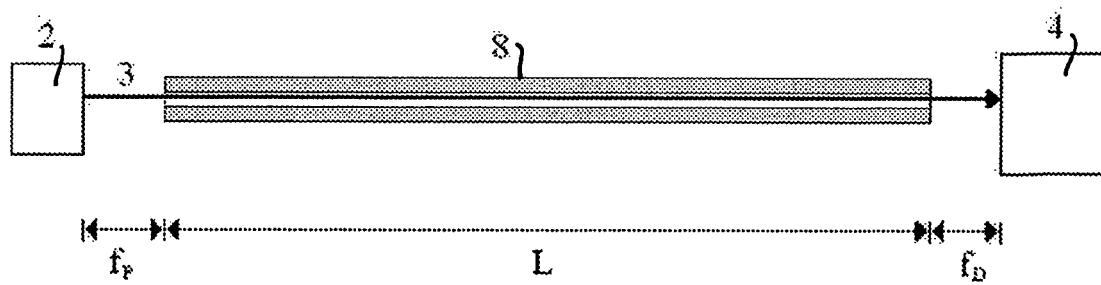


Fig. 4

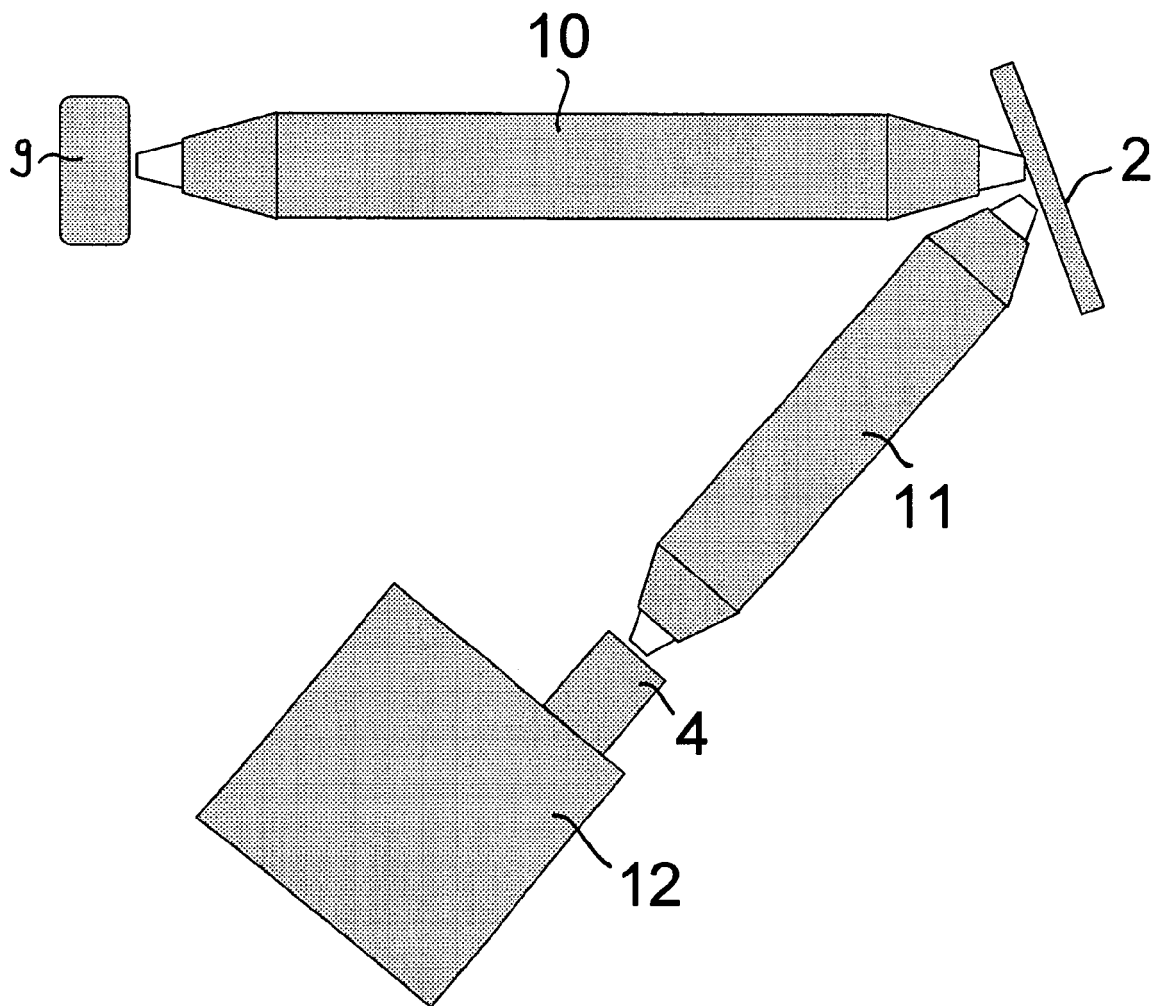


Fig. 5

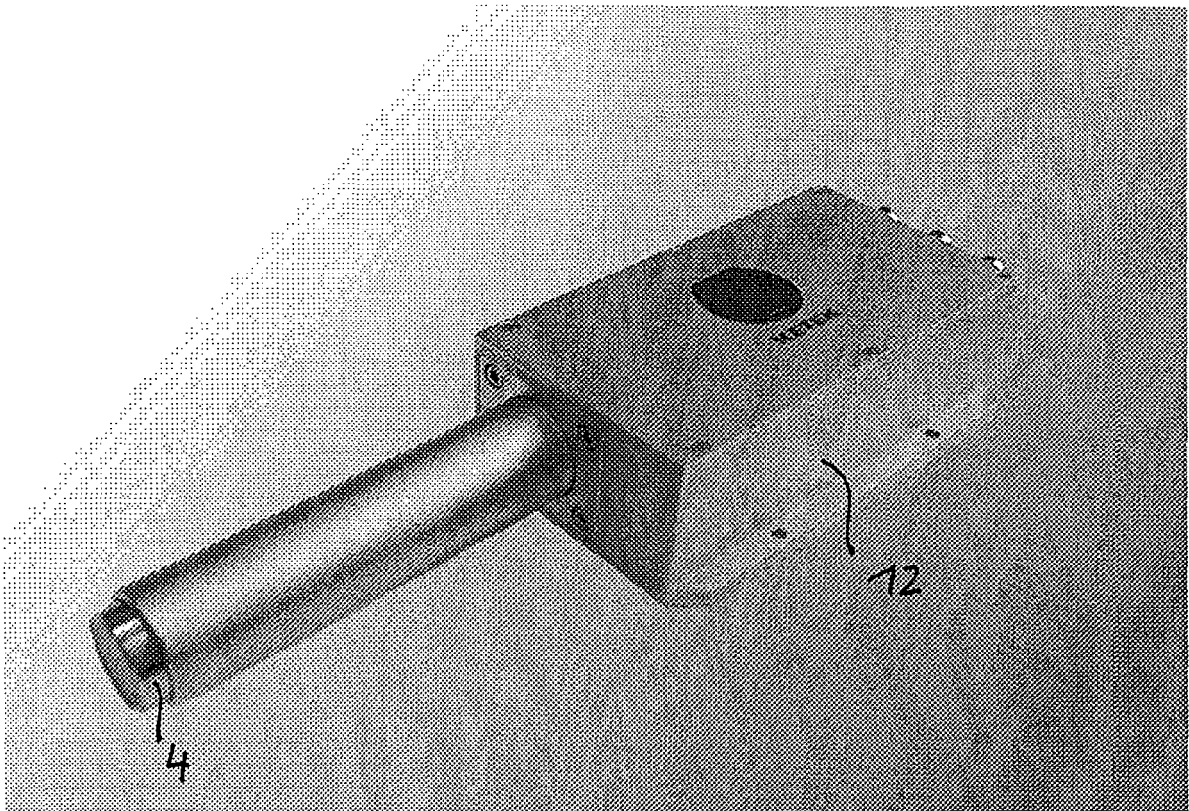


Fig. 6.



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 00 1978

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 03/081222 A (X RAY OPTICAL SYSTEMS INC [US]; NICOLICH JEFFREY P [US]; GIBSON DAVID) 2. Oktober 2003 (2003-10-02)	1-3,6,8, 10-12, 16,17	INV. G01N23/223 G01T1/29 G21K1/06
Y	* Seite 13, Zeile 11 - Seite 15, Zeile 19 *	15	

X	WO 02/103710 A (X RAY OPTICAL SYSTEMS INC [US]; CHEN ZEWU [US]; GIBSON DAVID M [US]) 27. Dezember 2002 (2002-12-27)	1-4,7,8, 16,17	
Y	* Absatz [0019] *	12	
	* Absatz [0040] *		
	* Absatz [0048] *		

Y	DE 44 08 057 A1 (IFG INST FUER GERAETEBAU GMBH [DE]) 14. September 1995 (1995-09-14)	15	
	* Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 14 *		

Y	EP 1 170 755 A1 (KUMAKHOV MURADIN ABUBEKIROVICH [RU]) 9. Januar 2002 (2002-01-09)	12	
	* Absatz [0042] *		

X	WO 95/31815 A (UNIV COLORADO [US]) 23. November 1995 (1995-11-23)	19-22, 24,25,28	G01N G21K G01T
A	* Seite 2, Zeile 14 - Seite 4, Zeile 21 *	23	

X	EP 1 107 293 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]; CANON KK [JP]) 13. Juni 2001 (2001-06-13)	19-21, 23-25,28	
	* Absatz [0009] *		
	* Absatz [0236] *		
	* Absatz [0401] - Absatz [0402]; Abbildung 8 *		

	-/--		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
4	Recherchenort München	Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2007	Prüfer Rabenstein, Winfried
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 00 1978

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2003/209677 A1 (KUMAKHOV MURADIN ABUBEKIROVICH [RU]) 13. November 2003 (2003-11-13) * Absatz [0103] * * Absatz [0107] *	19-22, 24-26, 28	
X	EP 0 723 272 A1 (KUMAKHOV MURADIN ABUBEKIROVICH [RU]) 24. Juli 1996 (1996-07-24) * Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 5, Zeile 2 * * Spalte 18, Zeile 39 - Zeile 44 *	19-22, 24-26	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 15. Oktober 2007	Prüfer Rabenstein, Winfried
KATEGORIE DER GENANNTE DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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	

4

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



Europäisches
Patentamt

Nummer der Anmeldung

EP 07 00 1978

GEBÜHRENPFLICHTIGE PATENTANSPRÜCHE

Die vorliegende europäische Patentanmeldung enthielt bei ihrer Einreichung mehr als zehn Patentansprüche.

- ☐ Nur ein Teil der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn sowie für jene Patentansprüche erstellt, für die Anspruchsgebühren entrichtet wurden, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der Anspruchsgebühren wurde innerhalb der vorgeschriebenen Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die ersten zehn Patentansprüche erstellt.

MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

Siehe Ergänzungsblatt B

- ☒ Alle weiteren Recherchegebühren wurden innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.
- ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Recherchenabteilung nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- ☐ Nur ein Teil der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf Erfindungen beziehen, für die Recherchegebühren entrichtet worden sind, nämlich Patentansprüche:
- ☐ Keine der weiteren Recherchegebühren wurde innerhalb der gesetzten Frist entrichtet. Der vorliegende europäische Recherchenbericht wurde für die Teile der Anmeldung erstellt, die sich auf die zuerst in den Patentansprüchen erwähnte Erfindung beziehen, nämlich Patentansprüche:



Europäisches
Patentamt

**MANGELNDE EINHEITLICHKEIT
DER ERFINDUNG
ERGÄNZUNGSBLATT B**

Nummer der Anmeldung

EP 07 00 1978

Nach Auffassung der Recherchenabteilung entspricht die vorliegende europäische Patentanmeldung nicht den Anforderungen an die Einheitlichkeit der Erfindung und enthält mehrere Erfindungen oder Gruppen von Erfindungen, nämlich:

1. Ansprüche: 1-18

Messvorrichtung für Röntgenstrahlung mit einer Röntgenoptik zwischen Probe und Detektor.

2. Ansprüche: 19-29

Röntgenoptik mit hintereinander im Strahlengang angeordneten Elementen.

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

EP 07 00 1978

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

15-10-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 03081222 A	02-10-2003	AU 2002245700 A1	08-10-2003
WO 02103710 A	27-12-2002	AT 336789 T	15-09-2006
		CA 2489646 A1	27-12-2002
		CN 1543653 A	03-11-2004
		DE 60213994 T2	07-12-2006
		EP 1402541 A2	31-03-2004
		ES 2271277 T3	16-04-2007
		HK 1070984 A1	28-07-2006
		JP 2005512020 T	28-04-2005
DE 4408057 A1	14-09-1995	AT 167296 T	15-06-1998
		WO 9524638 A1	14-09-1995
		EP 0757790 A1	12-02-1997
EP 1170755 A1	09-01-2002	AU 754593 B2	21-11-2002
		AU 4961200 A	30-04-2001
		CA 2354080 A1	26-04-2001
		CN 1327596 A	19-12-2001
		HK 1040820 A1	10-09-2004
		JP 2003512631 T	02-04-2003
		WO 0129845 A1	26-04-2001
		RU 2164361 C1	20-03-2001
		US 6678348 B1	13-01-2004
WO 9531815 A	23-11-1995	AT 169769 T	15-08-1998
		AU 2641495 A	05-12-1995
		CA 2166806 A1	23-11-1995
		DE 69504004 D1	17-09-1998
		DE 69504004 T2	27-05-1999
		EP 0708970 A1	01-05-1996
		JP 9500453 T	14-01-1997
		US 5604782 A	18-02-1997
EP 1107293 A1	13-06-2001	WO 0074119 A1	07-12-2000
		JP 2000338299 A	08-12-2000
		TW 454208 B	11-09-2001
		US 2001021239 A1	13-09-2001
US 2003209677 A1	13-11-2003	KEINE	
EP 0723272 A1	24-07-1996	CA 2170531 A1	25-01-1996
		DE 69427152 D1	31-05-2001
		DE 69427152 T2	22-11-2001
		EP 0724150 A1	31-07-1996
		WO 9602058 A1	25-01-1996

EPO FORM P0461

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

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 07 00 1978

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

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

15-10-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0723272 A1		WO 9601991 A1	25-01-1996
		US 5744813 A	28-04-1998

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