

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50552/2012
(22) Anmeldetag: 30.11.2012
(45) Veröffentlicht am: 15.09.2014

(51) Int. Cl.: **G01N 23/201** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 10317677 A1

(73) Patentinhaber:
ANTON PAAR GMBH
8054 GRAZ-STRASSGANG (AT)

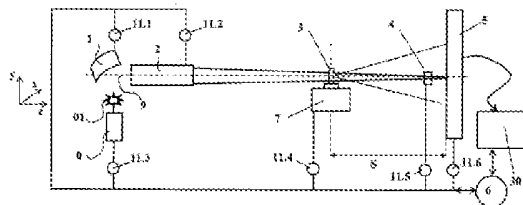
(74) Vertreter:
WILDHACK & JELLINEK PATENTANWÄLTE
OG
WIEN

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Untersuchung von Proben

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Untersuchung einer Probe mit von einer Neutronen- oder Röntgenstrahlungsquelle (0) emittierter Strahlung (8), die über zumindest eine strahlformende Einheit, zu der von einem Probenhalter (7) getragenen Probe (3) geführt und mit einem Detektor (5) detektiert und in einer Auswerteeinheit (30) ausgewertet wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass vor Beginn der Untersuchung der Probe zumindest eine der folgenden Komponenten, nämlich Strahlenquelle (0) und/oder strahlformende Einheit (1, 2) und/oder Probenhalter (7) und/oder Detektor (5) und/oder gegebenenfalls ein dem Detektor (5) vorgeordneter Primärstrahlenfänger (4), relativ gegenüber zumindest einer der anderen Komponenten (0, 1, 2, 4, 5, 7) und/oder bezüglich eines vorgegebenen Fixpunktes und/oder bezüglich dem Strahlengang (9) mit einer Steuereinheit (6) über Stellantriebe (11) ausgerichtet und/oder bezüglich ihrer räumlichen Lage eingestellt wird, wobei zur Erstellung einer von der Steuereinheit (6) an die Regelkreise der den jeweiligen Komponenten (0, 1, 2, 4, 5, 7) zugeordneten Stellantriebe (11) abgegebenen Stellgröße, die vom Detektor (5), insbesondere die in zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich, gemessene Strahlungsintensität und/oder ein davon abgeleiteter Wert herangezogen wird.

Fig. 2:



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 6.

[0002] Die elastische Streuung von Röntgenstrahlung wird zur zerstörungsfreien Strukturcharakterisierung unterschiedlichster Probenmaterialien genutzt. Derartige Winkelstreumessungen können sowohl mittels Röntgenstrahlung als auch in vergleichbarer Weise mit Neutronenstrahlung durchgeführt werden. Die Erfindung kann mit beiden Arten von Strahlung realisiert werden.

[0003] Röntgenstreuung tritt auf, wenn ein Bündel von Röntgenstrahlen auf ein inhomogenes, pulverförmiges, flüssiges und/oder festes Material trifft, dessen Strukturen größer als die verwendete Wellenlänge der Röntgenstrahlen sind. Die Röntgenstrahlen dringen in die Probe ein, das zu untersuchende Material wechselwirkt mit dem Strahl und dieser wird gestreut. Dabei kommt es zu charakteristischen Interferenzbildern; die Summe der unter einem bestimmten Winkel gestreuten Wellen ist charakteristisch für die Größe und Symmetrie der streuenden Partikel.

[0004] Prinzipiell können für die Kleinwinkelstreuung zwei unterschiedliche Streugeometrien verwendet werden. Entweder werden die Proben unter einem kleinen Winkel gegenüber dem Messstrahl positioniert, wobei die Messung bei streifendem Strahlungseinfall nahe dem Grenzwinkel der Totalreflexion erfolgt und das Strahlungsmuster der gestreuten Strahlung aufgezeichnet wird oder die Probe wird in Transmission vom Messstrahl durchleuchtet. Während erstere Methode Aussagen über die Oberflächenstruktur der Probe erlaubt, wird bei der Transmissionsmessung die Nanostruktur des gesamten durchstrahlten Probevolumens analysiert.

[0005] Messvorrichtungen bekannter und erfindungsgemäßer Art umfassen im Regelfall eine Neutronen- oder Röntgenquelle mit passender Optik. Als strahlerzeugende Quellen können beispielsweise feststehende Röntgenröhren, Drehanoden oder ein Synchrotron dienen. Zur Strahlfokussierung bzw. -bildung und Monochromatisierung werden beispielsweise eindimensionale Optiken wie Göbelspiegel oder zweidimensionale Anordnungen, beispielsweise nach Kirkpatrick-Baez, verwendet. Es können sowohl konvergent fokussierte, leicht divergente oder auch parallelisierte Strahlbündel zur Messung verwendet werden. Dabei kann der Fokus der Messstrahlung in der Ebene der zu untersuchenden Probe oder in der Detektorebene liegen.

[0006] Der Messstrahl kann zusätzlich durch eine Anordnung von Blenden und/oder ein Kollimationssystem weiter geformt bzw. ausgeblendet werden, um ein von störenden Streuteilen möglichst freies, paralleles Messstrahlenbündel zur Untersuchung auf die zu untersuchende Probe zu schicken. Nach der Wechselwirkung mit der Probe wird das Streubild mittels eines Röntgenstrahlendetektors vermessen und die gemessenen Intensitäten werden einer Auswerteeinheit zugeführt. Da nur ein kleiner Teil des auf die Probe treffenden Messstrahls gestreut wird, wird der ungestreute Anteil der Messstrahlung, das heißt der Primärstrahl, mittels eines Primärstrahlfängers vom Detektor ausgeblendet, um den Detektor nicht zu beschädigen.

[0007] Mit unterschiedlichen, für die jeweils gewählte Strahlform und Streugeometrie anzuwendenden mathematischen Korrekturen werden die realen Abweichungen vom idealen Streuexperiment korrigiert.

[0008] Als Detektoren können eindimensionale Detektoren, z.B. Photodiodenarrays, die die Intensitätsverteilung in einer Linie senkrecht zum Primärstrahl detektieren, ebenso eingesetzt werden, wie 2-dimensionale Anordnungen wie CCD-Kameras, Image Plates oder Röntgenfilme.

[0009] Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der Kleinwinkelstreumessung anhand einer bekannten klassischen Kratky-Kamera, wie sie beispielsweise der DE 1002138 B1 zu entnehmen ist.

[0010] Die von der Strahlungsquelle O emittierte Strahlung wird in einer anschließenden Optik 1 auf die Probe 3 oder den Detektor 5 fokussiert, der sich im Abstand 5 von der von einem Probenhalter 7 getragenen Probe 3 befindet und an den eine Auswerteeinheit 30 angeschlossen ist.

Vor dem Detektor 5 befindet sich ein Primärstrahlfänger 4. Auch leicht divergente Strahlen können verwendet werden, da der Öffnungswinkel klein ist und ausreichende Intensitäten nach der Strahlbegrenzung zur Verfügung stehen. Aufgrund der immer vorhandenen Rauigkeiten der verwendeten Optik und Bautoleranzen wird das so erzeugte Strahlenbündel nach der Optik in der Regel zusätzlich begrenzt und gegebenenfalls in einem Kollimator 2 kollimiert. Zur feinen Ausblendung der Röntgenstrahlung verwendete Blenden senden immer auch selbst Streustrahlung aus, die insbesondere unter kleinen Winkeln sehr intensiv wird. Daher wird im Regelfall eine Anzahl bzw. Kombination von im Strahlengang aufeinander folgenden Blenden verwendet. Beispielsweise kann als Kombination von Blenden ein Schlitzkollimator verwendet werden, der zwei Blöcke zur Ausblendung und Kollimation des Messstrahles umfasst.

[0011] Bei der Untersuchung von Proben soll eine möglichst hohe Intensität der Messstrahlung auf die Probe gelenkt werden. Dabei muss allerdings auch die für das jeweilige Messproblem benötigte Auflösung zu kleinen Winkeln hin beachtet werden. Neben den Fertigungstoleranzen der einzelnen Komponenten wie Kollimationsblock, Blenden, Strahloptiken usw., wird die von der Quelle emittierte fokussierte Röntgenstrahlung sich auch durch zeitlich veränderliche Eigenschaften der Quelle und der Komponenten. Z.B. durch Temperatureinflüsse und Alterungserscheinungen, ändern. Daneben sind in einem modularen System durch den Wechsel einzelner Komponenten, z.B. Quelle, Strahloptik, Probenhalter usw., auch Anpassungen nötig, die möglichst rasch und für den Bediener komfortabel durchführbar sein müssen.

[0012] Im Stand der Technik sind Mechanismen zur Justierung der Komponenten bekannt. In der DE 103 17 677 ist beispielsweise die Justierung des Primärstrahlfängers in z-Richtung durch mechanische Mittel dargestellt. Justierungen können mit Hilfe von händisch bedienten mechanischen Präzisionsstellern oder Mikrometerschrauben ebenso erfolgen wie beispielsweise über Spindelvortriebe und elektrische Schrittmotoren. In der DE 103 17 677 A1 wird die Möglichkeit beschrieben, auftretende Störstrahlung durch Verschiebung eines Strahlfängers so einzustellen, dass die optimale Nutzstrahlung an den Detektor gelangt. Eine automatische Verschiebung des Strahlfängers in z-Richtung erfolgt mit einer Spindel und einem Antriebsmotor oder alternativ mit elektromagnetischen Mitteln. Eine davon unabhängige Justierung des Strahlfängers in der xy-Ebene, senkrecht zur z-Richtung, wird als möglicher Zusatz zur Verschiebung in x-Richtung offenbart.

[0013] Um den empfindlichen Detektor zu schützen, kann bei der Justierung des Systems auch die von der Quelle emittierte Strahlintensität verringert werden. Wenn eine Reduktion der emittierten Intensität der verwendeten Quelle nicht gewünscht oder möglich ist, erfolgt die Reduktion beispielsweise durch einen zwischen die Quelle und die strahlfokussierende Optik eingesetzten Absorber. Werden empfindliche Detektoren verwendet, deren Speicherabbild erst durch separates Auslesen zur Verfügung steht, beispielsweise Image-Plates, oder soll die Strahlung der Quelle nicht in ihrer Intensität modifiziert werden, kann alternativ auch ein Hilfsdetektor anstelle des Detektors oder vor diesem eingesetzt werden, wofür beispielsweise Photodioden, Röntgenfilme oder Röntgenfluoreszenzschirme Verwendung finden.

[0014] Derzeit justiert ein Benutzer vor einer Messung oder zwischen aufeinanderfolgenden Messungen die einzelnen Komponenten einer Vorrichtung händisch in vorgegebener Reihenfolge auf passende Intensität in der Detektorebene ein und liest dazu während der Veränderung bzw. bei jedem Justierungsschritt die am Detektor gemessenen Intensitäten ab. Diese Justierschritte werden dem Benutzer im Bedienungshandbuch inklusive erforderlicher Lage der Abbildung und/oder Intensitäten von Primärstrahl und/oder Streubild am Detektor beschrieben. Diese Justierprozedur erfordert somit einen höchst geschulten und erfahrenen Benutzer, der mit Fingerspitzengefühl die erforderlichen Einstellungen händisch vornimmt und die Komponenten so aufeinander abstimmt, dass ein optimales Justierergebnis für die jeweilige nachfolgende Messung erzielt wird. Diese Vorgangsweise ist langwierig und fehleranfällig, die einzelnen Komponenten können bei Fehljustierung sogar zerstört werden und bei Fehljustierungen kann Röntgenstrahlung aus dem Gerät in die Umgebung austreten.

[0015] Diese Probleme werden erfindungsgemäß bei einem Verfahren der eingangs genannten

Art dadurch behoben, dass vor Beginn der Untersuchung der Probe zumindest eine der folgenden Komponenten, nämlich Strahlenquelle, strahlformende Einheit, Probenhalter, Detektor und/oder gegebenenfalls ein dem Detektor vorgeordneter Primärstrahlenfänger, relativ gegenüber zumindest einer der anderen Komponenten oder bezüglich eines vorgegebenen Fixpunktes oder bezüglich dem Strahlengang mit einer Steuereinheit über Stellantriebe ausgerichtet oder bezüglich ihrer räumlichen Lage eingestellt wird, wobei zur Erstellung einer von der Steuereinheit an die Regelkreise der Strahlenquelle, der strahlformenden Einheit, gegebenenfalls dem Primärstrahlfänger, dem Detektor und/oder dem Probenhalter zugeordneten Stellantriebe abgegebenen Stellgröße, die vom Detektor, insbesondere die in zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich, gemessene Strahlungsintensität oder ein davon abgeleiteter Wert herangezogen wird, und dass die Strahlenquelle, die strahlformende Einheit, gegebenenfalls der Primärstrahlfänger, der Detektor und/oder der Probenhalter, gegebenenfalls unabhängig voneinander, vor Durchführung einer Messung in eine vorgegebene Ausgangsstellung einjustiert werden, oder sich in einer definierten Ausgangsstellung befinden, wobei die der Lage oder Ausrichtung der Komponenten entsprechenden Werte dieser Ausgangsjustierung als Ausgangswerte für die Justierung herangezogen werden.

[0016] Mit der erfindungsgemäßen Vorgangsweise ist es möglich, rasch und präzise, allenfalls nach vorgegebenem Programm, die Justierung der Vorrichtung vorzunehmen und eine folgende Untersuchung mit hoher Genauigkeit zu initialisieren bzw. vorzubereiten. Erfindungsgemäß wird die Justierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung für den Benutzer einfach handhabbar, insbesondere wenn der gesamte Justiervorgang über Regelkreise und ansteuerbare Komponenten automatisiert durchgeführt wird. Dazu werden in der Steuereinheit die am Detektor auftretende bzw. mit der vorgesehenen Auswerteeinheit ermittelte Intensität und/oder damit verknüpfte bzw. und/oder davon abgeleitete Werte als Stell- bzw. Steuergröße für die einzelnen Komponenten, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, der Vorrichtung herangezogen.

[0017] Es wird dazu eine Mehrzahl, vorzugsweise werden sämtliche, der justierbaren Komponenten, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, mit jeweils zumindest einem steuerbaren Stellantrieb ausgerüstet. Die Stellantriebe stehen in Kommunikation mit der an den Detektor angeschlossenen Steuereinheit und/oder der Auswerteeinheit und werden vorzugsweise über die Stellgröße „Intensität am Detektor“ bzw. „Lage des Bildes am Detektor“ geregelt.

[0018] Erfindungsgemäß können die einzelnen Komponenten, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, für sich automatisch gemäß einem in der Steuer- und/oder Auswerteeinheit enthaltenen Justierprogramm justiert werden, wobei das gesamte Justierverfahren vorteilhafterweise für die einzelnen Komponenten schrittweise automatisiert durchgeführt wird.

[0019] Bereits bei Einjustierung von nur einer der Komponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit der vorgesehenen Steuereinheit, kommt es zu einer Erleichterung und Präzisierung des Justiervorganges. Die als Stellgröße herangezogene Strahlungsintensität reagiert sehr empfindlich auf eine nichtexakte Einjustierung und es ist damit möglich, rasch einen optimalen Wert für die ordnungsgemäße bzw. erforderliche Justage der jeweiligen Komponente zu erhalten. Die Einjustierung von einer oder mehreren Komponenten kann in einer vorgegebenen Reihenfolge von Justierschritten oder auch angepasst an die jeweilige Problemstellung vorgenommen werden.

[0020] Von Vorteil ist, dass keine benutzerabhängigen Justierschritte und/oder Einstellungen erforderlich sind. Durch die automatische Justierung können Absolutpositionen oder Justierintensitäten reproduzierbar wiederhergestellt werden; dies garantiert die Vergleichbarkeit der Messungen im Falle von Serienuntersuchungen, beispielsweise an Nanoteilchen.

[0021] Da die einzelnen Komponenten, gegebenenfalls unabhängig voneinander, vor Durchführung einer Messung in eine vorgegebene Ausgangsstellung einjustiert werden oder sich in einer definierten Ausgangsstellung befinden wobei die der Lage und/oder Ausrichtung der Kompo-

nennten entsprechenden Werte dieser Ausgangsjustierung als Ausgangswerte für die Justierung herangezogen werden, ist die Ausgangslage des Justiervorganges klar vorgegeben und dient als Ausgangsbasis für die folgende spezielle Einjustierung.

[0022] Zweckmäßig ist es, wenn die am Detektor festgestellte Strahlungsintensität und/oder davon abgeleiteten Werte mit gespeicherten Sollwerten verglichen und in Abhängigkeit des Vergleiches die einzelnen Komponenten, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, mit den Stellantrieben verstellt oder einjustiert werden und/oder wenn während der Einjustierung der einzelnen Komponenten, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, die in dem zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich gemessene Strahlungsintensität einem vorgegebenen Wert, insbesondere einem Maximum, angenähert wird, oder dass als von der gemessenen Strahlungsintensität abgeleitete Werte das Signal-Rauschverhältnis oder die absolute Intensität im integralen, zweidimensionalen Bild am Detektor oder die Intensität einzelner Intensitätsmaxima im Streubild oder, insbesondere bei Einsatz eines eindimensionalen Detektors, der über den vermessenen Winkelbereich bewegt wird, lokale Intensitätsmaxima ermittelt und herangezogen werden.

[0023] Es können zur Ermittlung der Stellgrößen für die Stellantriebe direkt die gemessenen Intensitäten oder beliebige davon abgeleitete Werte herangezogen werden, solange diese Werte eine signifikante Abhängigkeit von der jeweiligen Lage und/oder Ausrichtung der jeweiligen Komponente, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, besitzen.

[0024] Um möglichst große Vielfalt an Verstellmöglichkeiten für das Justieren zu erhalten und alle Arten von einzujustierenden Komponenten, d.h. Strahlenquelle, strahlenformende Einheit, gegebenenfalls Primärstrahlenfänger, Detektor und/oder Probenhalter, zu berücksichtigen kann vorgesehen sein, dass die Komponenten zur Einjustierung bezüglich ihrer räumlichen Lage in Richtung des Strahlenganges und/oder in einer Ebene senkrecht dazu verstellt und/oder in ihrer Ausrichtung bezüglich der Achse des Strahlenganges verstellt, insbesondere um die Achse des Strahlenganges verdreht und/oder bezüglich dieser Achse verkippt werden.

[0025] Zur Erhöhung der Präzision der Einjustierung kann vorgesehen werden, dass die am Detektor eintreffende Röntgenstrahlung für die Ermittlung der Stellgrößen an einer Mehrzahl von unterschiedlichen Detektorbereichen gemessen wird, wobei gegebenenfalls über vorgegebene Detektorbereiche der Verlauf der Strahlungsintensität integriert wird.

[0026] Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausrichtung und/oder Lageeinstellung der Komponenten, nämlich Strahlungsquelle und/oder strahlbildende Einheit und/oder strahlbegrenzende Einheit und/oder Probenhalter und/oder Detektor und/oder gegebenenfalls ein dem Detektor vorgeschalteter Primärstrahlenfänger, zumindest eine Komponente jeweils mit zumindest einem, insbesondere jeweils mit zumindest einem eigenen, Stellantrieb verbunden und verstellbar ist, der von einer Steuereinheit mit Stellsignalen beaufschlagbar ist, wobei die Steuereinheit einen Eingang für an zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich des Detektors ermittelte Messwerte der Strahlungsintensitäten und/oder davon abgeleitete Werte aufweist und in Abhängigkeit von diesen Messwerten die Stellsignale erstellt.

[0027] Der Aufbau der Vorrichtung ermöglicht eine rasche, exakte und sichere Justierung der Komponenten. Durch Programmvorgaben können Fehljustierungen von Haus aus ausgeschlossen werden. Aus Sicherheitsgründen können den Justierbewegungen der Stellantriebe auch vorgegebene Grenzen gesetzt werden. Es ist möglich, die einzelnen Komponenten unabhängig voneinander präzise Schritt für Schritt bzw. in einer festgelegten Reihenfolge zu justieren.

[0028] Eine einfache und rasche Justage der Vorrichtung ergibt sich, wenn die Steuereinheit einen Eingang für die der jeweiligen Ausrichtung und/oder Lage der Komponenten entsprechenden Justierungs-Istwerte besitzt, wobei diese Istwerte entweder in Speichern abgespei-

chert vorliegen oder mit an die Steuereinheit angeschlossenen Messeinheiten ermittelbar sind oder von den Stellantrieben zur Verfügung gestellt bzw. von diesen abnehmbar sind und/oder die Steuereinheit (6) einen Vergleichler umfasst, mit dem die in vorgegebenen Detektorbereichen ermittelten Messwerte der Strahlungsintensität mit für die einzelnen Komponenten gespeicherten und/oder ermittelten Justierungs-Istwerten vergleichbar sind.

[0029] Bei den einzujustierenden Komponenten ist es von Vorteil, wenn diese in sämtliche Raumrichtungen justierbar ausgebildet sind, insbesondere ist es zweckmäßig wenn dass die strahlbildende Optik und/oder die strahlbegrenzende Optik und die Strahlenquelle mit ihrem jeweiligen Stellantrieb in den drei Raumdimensionen relativ zueinander verschiebbar und/oder um die optische Achse bzw. den Strahlengang verdrehbar und/oder verkippbar gelagert und angetrieben verstellbar sind.

[0030] Je nach Art und Aufbau der einzelnen Komponenten spielen die Ausrichtung und Lage eine wichtige Rolle und es kann vorgesehen sein, dass zur Einjustierung der strahlbildenden und/oder strahlformenden Optik diese Optiken in Form von in den Strahlengang einschiebbaren und/oder einkippbaren bzw. bezüglich ihrer Spaltbreite einstellbaren Blenden ausgebildet sind, und/oder dass der Probenhalter und/oder Probe und/oder der Primärstrahlenfänger von einer in einer Ebene senkrecht zum Strahlengang in den Strahlengang einschiebbaren und/oder von einer in den Strahlengang einkippbaren Trägereinheit getragen sind und/oder der gegenseitige Abstand zwischen Strahlenquelle und Probenhalter und/oder Detektor und/oder der Abstand zwischen Probenhalter und Detektor mit den diesen Komponenten zugeordneten Stellantrieben abhängig vom Messwert der Strahlungsintensität und/oder einem davon abgeleiteten Wert einstellbar ist.

[0031] Im Folgenden wird die Erfindung beispielweise anhand der Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen einige Beispiele für mögliche Justierungen.

[0032] Fig. 2 zeigt schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0033] Fig. 3 und 3a zeigen justierbare Kollimator- bzw. Blendeneinheiten, mit denen eine Begrenzung bzw. Kollimation der Strahlung vorgenommen werden kann. Fig. 3b zeigt eine verstellbare Optik. Fig. 4 zeigt eine Optik mit verschiebbaren Blenden. Fig. 5 und 6 zeigen einen mit Stellantrieben einjustierbaren Probenhalter. Fig. 7 zeigt einen justierbaren Primärstrahlenfänger.

[0034] Fig. 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau und die wesentlichen Bestandteile einer erfindungsgemäßen Röntgenuntersuchungs-Vorrichtung, mit der das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden kann. Diese Vorrichtung basiert auf der Vorrichtung gemäß Fig. 1, ergänzt mit einer Steuereinheit 6 mit den Stellantrieben 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6 (allgemein Stellantriebe 11) für die einzelnen Komponenten 0, 01, 1, 2, 4, 5, 7 steuerbar sind. Jeder Komponente können auch mehrere Stellantriebe 11 zugeordnet sein, die z.B. die Komponente jeweils in eine unterschiedliche Raumrichtung verstellen. In einfacher Ausführung kann ein Stellantrieb 11 eine entlang der x-y-Ebene verschiebbare Anordnung mit einer Halterung für die zu justierende Komponente verstellen.

[0035] Bei der Untersuchung von Proben 3 soll zumeist eine möglichst hohe Intensität der Messstrahlung auf die Probe 3 gelenkt werden, wobei allerdings auch die für das jeweilige Messproblem benötigte Auflösung zu kleinen Winkeln hin beachtet werden muss. Somit werden an die Justierung hohe Anforderungen gestellt.

[0036] Von Bedeutung ist es auch, die Ist-Position der Komponenten festzustellen.

[0037] Die Ist-Position der jeweiligen Komponente kann zu jedem Zeitpunkt durch passende Positionserfassungsmittel, wie z.B. Lagesensoren oder die Stellung der Stellantriebe 11 selbst, festgestellt bzw. erhalten werden, insbesondere wenn die Stellantriebe 11 die Position und/oder Ausrichtung der Komponente an die Steuereinheit 6 und/oder die Auswerteeinheit 30 rückmelden. Die Lagebestimmung kann allerdings auch ausgehend von einer Ruheposition ohne Abolutbestimmung der Position erfolgen, da hier die relative Stellung der Komponenten zueinander eine Rolle spielt.

[0038] Die Steuerung der Stellantriebe 11 erfolgt vorteilhaft mittels Auswertung der am Detektor 5 aufgenommenen Intensität und/oder Intensitätsverteilung, Vergleich des erhaltenen Intensitätsmesswerts mit einem für die optimale Justierposition, vorzugsweise in der Auswerteeinheit 30, vorgegebenen Wert und nachfolgender Bewegung der jeweiligen Komponente. Passende Regelalgorithmen werden vorgegeben. Die jeweilige Komponente wird mit dem Stellantrieb 11 bewegt, bis die am Detektor 5 gemessene Intensität und/oder Intensitätsverteilung mit dem vorgegebenen Wert übereinstimmt oder diesem bestmöglich angenähert ist.

[0039] Bevorzugt werden dabei als Detektor 5 ein CCD-Array oder ein Photodioden Array oder andere ortsempfindliche Detektoren verwendet, die durch die Aufnahme ortsaufgelöster Bilder gegebenenfalls in Verbindung mit einer Bilderkennungssoftware die Justierung unterstützen. Als Detektor kann auch ein punktförmiger Detektor verwendet werden der entlang des Primärstrahles bewegt wird.

[0040] Das Verfahren zur Justierung der Komponenten bei einer Klein- und/oder Weitwinkel-messvorrichtung startet vorteilhafterweise nach dem Einbau der gewünschten Komponenten in ein modulares System bzw. bei einem feststehenden System ohne Wechselmöglichkeiten mit einer Justierung der Strahlungsquelle 0 und der strahlbildenden Optik 1. Je nach verwendeter Optik werden entweder die Strahlenquelle 0 und/oder die strahlfokussierende Optik 1, z.B. Spiegel, Göbel-Spiegel, 2-D-Optiken, 3-D-Optiken od. dgl., relativ zueinander ausgerichtet, so dass ein möglichst intensitätsreicher Primärstrahl entsteht und dieser wird anschließend durch die weiteren Komponenten dieser Vorrichtung geführt. Erfindungsgemäß kann dieser erste Schritt zumindest beim Wechsel von Strahlungsquelle 0 und/oder der fokussierenden Optik 1 automatisiert durch Drehen und/oder Verkippen der Optik 1 oder Justierung der Strahlenquelle 0 in der Ebene senkrecht zur z-Achse der Vorrichtung mit den Stellantrieben 11 erfolgen. Die z-Achse entspricht in der Regel dem Verlauf des Strahlenganges 9. Dieser Schritt kann mit der Steuereinheit 6 geregelt werden. Zur Justierung der Strahlenquelle 0 und der strahlbildenden Optik 1 wird zumeist die kollimierende bzw. strahlbegrenzende Optik 2 entfernt. Dies erfolgt entweder händisch durch Ausbau der einen Kollimator und Blenden umfassenden strahlbegrenzenden Optik 2, Probenhalter 7, Primärstrahlfänger 4 oder aber erfindungsgemäße automatisiert durch Verfahren dieser Komponenten mit dem Stellantrieb 11 in eine Position, die den Messstrahl nicht begrenzt. Hierbei wird zumeist ein Absorber 01 verwendet, der ebenfalls mit einem Stellantrieb in Position gebracht werden kann.

[0041] Bei der Justierung der strahlbegrenzenden Optik 2, z.B. Schlitzkollimatoren in Form von Blöcken bzw. einzelnen Strahlbegrenzungskomponenten, wird der Primärstrahlfänger 4 aus seiner Messposition mit einem Stellantrieb verfahren und es erfolgt eine Justierung des Kollimationselements durch Verkippen desselben relativ zur z-Achse der Kamera mit seinem Stellantrieb 11.

[0042] Die Blendenelemente bzw. Kollimationselemente der Optik 2 können durch Montage ebenso wie die anderen Komponenten in einem Gehäuse oder auf einer Halterung angeordnet und mit Stellantrieben 11 z.B. in Form von Stellmotoren, Linearmotoren und/oder magnetischem Antrieben bewegt werden.

[0043] Fig. 3 zeigt die Anordnung von zwei auf einem Träger 31 befindlichen Kollimationsblöcken B1 und B2 die den Strahl begrenzen und dem Primärstrahlfänger 12. Die Bauteile Kollimationsblöcke B1 und B2 und Primärstrahlfänger 12 können in einem Gehäuse bzw. Rahmen zu einer Einheit bzw. zur strahlbegrenzenden Optik 2 zusammengefasst und vom Träger 31 getragen werden. Diese Einheit kann mit dem Stellantrieb 11.2 bzw. 11.5 während der Justierung relativ zur optischen Achse verkippt werden. Dies kann entweder durch Verkippen der gesamten Optik 2 oder durch Verkippen eines die übrigen Komponenten, Strahlenquelle 0, Optik 1, Strahlfänger 4 und Detektor 5 tragenden Rahmens erfolgen, in dem diese Komponenten entlang der optischen Achse 9, das heißt parallel zur z-Richtung, feststehend angeordnet sind, da es lediglich auf die relative Lage und Ausrichtung der einzelnen Komponenten zueinander ankommt. Diese Justierung erfolgt wie die Änderung der Blendenposition automatisiert mit den von der Steuereinheit 6 angetriebenen Stellantrieben 11.

[0044] Fig. 3a zeigt eine Strahlenbegrenzende Optik 2, die zwei verkippbare Kollimationsblöcke B1 und B2 sowie eine einstellbare Eintrittsblende 32 und einstellbare Austrittsblenden 7a, 7b, 7c und 7d umfasst. Das Verkippen und die Einstellung der Blenden kann mit Stellmotoren 11.2.2 bzw. 11.2.1 erfolgen, die hier, sowie in den übrigen Figuren angedeutet sind. Fig. 3b zeigt eine Optik 2 die mit Stellmotoren 11.2.3, 11.2.4 und über Spindeltriebe 13a, 13b und 13c in alle Raumrichtungen verstellbar und um alle Spindelachsen verkippbar ist.

[0045] Um eine vereinfachte Justierung zu erlangen kann die Optik 2 mit einem Stellantrieb 11.2.3 auch entlang der y-Achse verschoben werden, um die Höhe der Blende an den tatsächlichen Primärstrahl anzupassen, separat dazu kann mit einem Stellantrieb 11.2.4 eine Rotation um die z-Achse erfolgen, um die Lage des kollimierten Strahls in der x-y-Ebene zu justieren. Eine Justierung der verstellbaren Elemente eines Kollimationselements kann mittels einer Verschiebung der Blenden mit einem Stellantrieb 11.2.2 entlang der x-Achse sowie Justierung des Blendenspaltes erfolgen.

[0046] Wie in Fig. 4 zeigt, können Blenden 7a und 7b einer Optik 2 auf einer Schiene bzw. Halterung parallel zur x-Richtung verschiebbar montiert werden. Dabei kann mit den Stellantrieben 11.2.1a und 11.2.1b der Abstand zwischen den Blenden 7a und 7b und damit auch die Spaltbreite S1 verändert werden. Die Stellantriebe 11.2.1a und 11.2.1b treiben die Spindeln 23a und 23b an, auf denen die beiden Blenden 7a und 7b montiert sind. Zusätzlich kann auch die Position des Spaltes entlang der x-Achse verschoben werden. Dies dient der Justage des Spaltes relativ zum Strahlengang 9 des Primärstrahles durch die Schlitzkollimationsblöcke B1 und B2. Die Kollimationsblöcke B1, B2 bzw. die gesamte strahlbegrenzende Optik können durch Rotation um die z-Achse und Rotation um die x-Achse mit dafür vorgesehenen Stellmotoren 11.2.4 justiert werden.

[0047] Erfolgt die Justierung beispielsweise mit Stellantrieben 11, die Schrittmotoren und Spindelvortriebe aufweisen, können die Schrittmotoren durch die Auswerteeinheit 30 und/oder Steuereinheit 6 mit Steuerimpulsen angetrieben werden, bis die gewünschte Position der Blenden 7a, 7b bezüglich der Schlitzkollimationsblöcke B1 und B2 erreicht ist.

[0048] Die Spaltbreite S1 kann beispielsweise ausgehend von der offenen oder geschlossenen Endposition der Blenden 7a, 7b durch Abzählen der Motorschritte und bekanntem Vorschub der Spindeln 23a, 23b in der Steuereinheit 6 und/oder Auswerteeinheit 30 errechnet werden. Alternativ kann auch der Abstand der beiden Blenden 7a, 7b mit einem passenden Längenmesssystem, z.B. optischen Wegsensor oder Abstandsmessgerät, bestimmt werden.

[0049] Die Probe 3, die auf einem beliebigen Probenhalter 7 angeordnet oder von diesem aufgenommen ist, kann in ihrer Position justiert werden, wozu vorerst der Probenhalter 7 an die für ihn vorgesehene Position gesetzt wird. Es können unterschiedliche Probenhalter, z.B. Wechselzellen, Küvetten, Kapillarhalter usw., vorgesehen werden. Auch Probenhalter 7 für Messungen im streifenden Einfall können verwendet werden. Mit den Stellantrieben 11.4 können dem Probenhalter 7 bzw. der Probe 3 relativ zum Strahlengang 9 Rotationsbewegungen, Verkippungen und Rasterbewegungen erteilt werden, um orts aufgelöste Untersuchungen zu ermöglichen.

[0050] Ein Wechselsystem kann zur Führung, Fixierung und Einbau des Probenhalters 7 vorgesehen sein und Führungsstifte, Schnappverschlüsse, Schraubverbindungen u. dgl. aufweisen, die die jeweilige Probe 3 in eine definierte Ausgangsposition bezüglich des Probenhalters 7 bringen.

[0051] Gegebenenfalls kann der Probenhalter 7 mit einem berührungslosen Sensor bzw. Chip ausgestattet werden, der gegebenenfalls auch Kalibrierdaten des Probenhalters bereitstellt und automatisch erkannt werden kann. Diese Daten können als Positions- und Ausrichtungswerte benutzt werden, um den jeweiligen Probenhalter 7 mit den Stellantrieben 11.4 in alle Raumrichtungen verfahrbaren und auch drehbar angeordneten Probenhalter 7 in die passende Position zu bringen.

[0052] Fig. 5 zeigt eine derartige Anordnung mit Stellantrieben 11.4.1a, 11.4.1b und 11.4.1c,

die die dazugehörigen Spindeln 32a, 32b und 32c zur Translation der Probe 3 in y-Richtung, Translation in z-Richtung und Translation in x-Richtung antreiben. Gleichzeitig ist ein Verkippen des Probenhalters 7 um die z-Achse durch einen Stellantrieb 11 möglich. Die Steuerung der Bewegungen der Stellantriebe 11.4.2 kann mittels vorgegebener Schrittzahl mit einem Impulsgeber erfolgen.

[0053] Verwendet man im System einen verfahrbaren Detektor 5, kann der gewünschte zu messende Streuwinkelbereich gegebenenfalls durch Wahl des Abstandes S zwischen der Probe 3 und dem Detektor 5 erfolgen. Die Einstellung des Abstandes zwischen der Probe 3 und dem Detektor 5 kann mittels Verschieben der Probe 3 bzw. des Probenhalters 7 auf einem Probentisch und/oder Verschieben des Detektors 5 an die richtige Position automatisiert mit den Stellantrieben 11.4.1b gemäß Vorgabe erfolgen. Damit kann auch eine vollautomatische Messung mit unterschiedlichen Winkelbereichen durch Veränderung des Abstandes zwischen Probe 3 und Detektor 5 und nachfolgender automationsunterstützter Auswertung der aufgenommenen Spektren und Normierung der Messungen zueinander vorgenommen werden.

[0054] Fig 6 zeigt einen justierbaren Probenhalter 7 auf einem in z-Richtung verfahrbaren Tisch 37, wobei der Stellantrieb 11.4.1b eine Spindel 36 treibt und damit den Probentisch 37 entlang der z-Achse verfährt. Damit kann der Abstand zwischen der Probe 3 und dem Detektor 5 verändert und die Probe 3 entlang der optischen Achse 9 verschoben werden. Der Probentisch 37 kann integraler Bestandteil des Probenhalters 7 sein oder Teil eines abnehmbaren Wechselprobenhalters. Auch ein völlig modularer Aufbau ist möglich.

[0055] Der Primärstrahlfänger 4 muss bei geöffnetem Blendenspalt einen schlitzförmigen Primärstrahl ausblenden können. Primärstrahlfänger 4 für einen schlitzkollimierten Strahl unterschiedlicher Strichlänge und einen punktkollimierten Strahl können in einer Halterung austauschbar angeordnet sein.

[0056] Um die Vorrichtung vollständig zu automatisieren, kann ein automatisierter Tausch unterschiedlicher Primärstrahlfänger 4, 4', 4'' mittels einer von Stellantrieben 11.5 betätigten Wechselvorrichtung 15 vorgesehen sein, das heißt der jeweilige Primärstrahlfänger 4 ist mit einem Stellantrieb 11.5 mit einem Spindeltrieb 38 in den bzw. aus dem Strahlengang 9 verfahrbar. Mit 18 ist das Gestell der Vorrichtung bezeichnet, das die Komponenten und die Stellantriebe abstützen kann.

[0057] Alternativ kann auch eine mehrteilige Ausführung eines Primärstrahlfängers 4 realisiert werden. Es steht dabei zumindest ein Primärstrahlfänger 4 für eine Verstellung in einer zum Strahlengang 9 senkrechten Ebene zur Verfügung. Der gewählte Strahlfänger 4 wird mittels eines Stellantriebes 11 gegebenenfalls von unten in seine Position in die Messebene gebracht und mit der gemessenen Intensität am Detektor 5 mit dem Primärstrahl in y-Richtung zur Deckung gebracht. Gegebenenfalls muss hier die Ausrichtung des Strahlfängers 4 relativ zur Lage des Spaltes am Detektor 5 in der x-y- Ebene durch Drehen um die z-Achse mit einem Stellantrieb 11 angepasst werden. Bevorzugt wird dabei der Strahlfänger 4 von unten in der x-y-Ebene in den Strahlengang 9 eingeführt. Jeder Primärstrahlfänger 4 verfügt über einen separaten Vorschub in y- Richtung so wie in Fig. 7 für den Primärstrahlfänger 4 gezeigt, der mit einem Stellantrieb 11 mit einer Spindel 36 verstellbar ist.

[0058] Die gesamte Justierung kann automatisiert ablaufen beispielsweise durch Wahl der Stellgröße in Stufen oder durch Vorgabe von Absolutwerten. Die Steuerung erfolgt dabei vorteilhaft z.B. über „kleinster detektierbare Streuwinkel“ oder die "gewünschte Intensität am Detektor" oder eine "gewünschte" Auflösung.

[0059] Ein in der Steuereinheit 6 und/oder in der Auswerteeinheit 30 vorliegendes Programm kann aber auch vollständig definierte Messprogramme dem Benutzer zur beispielsweise Standardcharakterisierung von Proben zur Verfügung stellen. Dabei kann auch der automatisierte Ablauf von mehreren unterschiedlichen Justier Routinen mit Messung und anschließender gemeinsamer Auswertung von Strukturdaten beispielsweise von Nanoteilchen über mehrere Größenordnungen hinweg erfolgen, wie im folgenden näher erläutert wird:

Auswahl automatisches Messprogramm	„Charakterisierung isotroper Nanoteilchen mit anisotroper interner kristalliner Struktur“
Justierroutine 1	Automatisches Verfahren Probenhalter, Justieren Schlitzkollimator und 2D-Optik auf max. Spaltlänge sowie minimale Höhe, automatisches Justieren Primärstrahlfänger
Messung 1	Aufnahme isotroper Kleinwinkelstreuung mit minimalem $q_{\min}$
Justierroutine 2	Justieren Schlitzkollimator und 2D-Optik auf minimale Spaltlänge (Auflösung anisotrope Struktur und größerer Höhe), Justieren Primärstrahlfänger
Messung 2	Aufnahme isotrope/ anisotrope Kleinwinkelstreuung
Justierroutine 3	Justieren Schlitzkollimator und 2D-Optik Verfahren der Probe zu größerem Abstand.
Messung 3	Aufnahme Weitwinkelstreuung
Automationsunterstützte Auswertung und Darstellung der Ergebnisse	

[0060] Die Nullpositionen aus der Justierung können in der Speichereinheit, z.B. der Steuereinheit 6, hinterlegt werden; daraus können unterschiedliche Messprofile abgeleitet werden.

[0061] Aus der automatischen Justierung werden die Nullposition bzw. die Startwerte und die Positionen für die unterschiedlichen Profile im Programm gespeichert und während der tatsächlichen Messung an einer Probe bei Unterschreiten des Schwellwertes können Routinen automatisch erfolgen. Damit können beispielsweise die Messstrahlintensität erhöht und ein besser auswertbares Bild erzielt werden. Damit kann auch bei differierenden Proben ohne vorherige Kenntnis der zu erwartenden Streuintensitäten ein auswertbares Bild erzielt werden.

[0062] Es wird bemerkt, dass Einheiten zur Feststellung der tatsächlichen Ist-Lage und/oder Ist-Ausrichtung der einzelnen Komponenten 0, 1, 2, 4, 5, 7 nicht in der Zeichnung dargestellt werden. Diesbezügliche Messsignale können mit Messeinrichtungen unterschiedlicher Art erhalten werden, welche die Komponenten vermessen, oder auch durch die Stellantriebe 11 selbst erhalten werden, deren jeweilige Stellposition als Messwert betreffend Lage und/oder Ausrichtung der jeweiligen Komponente betrachtet werden kann.

[0063] Als Fixpunkt für eine Justierung kann vorteilhafterweise die Position der Strahlenquelle 0 oder der Probe 3 herangezogen werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Untersuchung einer Probe mit von einer Neutronen- oder Röntgenstrahlungsquelle (0) emittierter Strahlung (8), die über zumindest eine strahlformende Einheit, vorzugsweise eine strahlbildende Optik (1) und/oder eine strahlbegrenzende Optik (2), zu der von einem Probenhalter (7) getragenen Probe (3) geführt und mit einem Detektor (5) detektiert und in einer Auswerteeinheit (30) ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor Beginn der Untersuchung der Probe zumindest eine der folgenden Komponenten, nämlich Strahlenquelle (0), strahlformende Einheit (1, 2), Probenhalter (7), Detektor (5) und/oder gegebenenfalls ein dem Detektor (5) vorgeordneter Primärstrahlenfänger (4), relativ gegenüber zumindest einer der anderen Komponenten oder bezüglich eines vorgegebenen Fixpunktes oder bezüglich dem Strahlengang (9) mit einer Steuereinheit (6) über Stellantriebe (11) ausgerichtet oder bezüglich ihrer räumlichen Lage eingestellt wird, wobei zur Erstellung einer von der Steuereinheit (6) an die Regelkreise der Strahlenquelle (0), der strahlformenden Einheit (1, 2), gegebenenfalls dem Primärstrahlfänger (4), dem Detektor (5) und/oder dem Probenhalter (7) zugeordneten Stellantriebe (11) abgegebenen Stellgröße, die vom Detektor (5), insbesondere die in zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich, gemessene Strahlungsintensität oder ein davon abgeleiteter Wert herangezogen wird, und dass die Strahlenquelle (0), die strahlformende Einheit (1, 2), gegebenenfalls der Primärstrahlfänger (4), der Detektor (5) und/oder der Probenhalter (7), gegebenenfalls unabhängig voneinander, vor Durchführung einer Messung in eine vorgegebene Ausgangsstellung einjustiert werden, oder sich in einer definierten Ausgangsstellung befinden, wobei die der Lage oder Ausrichtung der Komponenten entsprechenden Werte dieser Ausgangsjustierung als Ausgangswerte für die Justierung herangezogen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die am Detektor (5) festgestellte Strahlungsintensität und/oder davon abgeleiteten Werte mit gespeicherten Sollwerten verglichen und in Abhängigkeit des Vergleiches die Strahlenquelle (0), die strahlformende Einheit (1, 2), gegebenenfalls der Primärstrahlfänger (4), der Detektor (5) und/oder Probenhalter (7) mit den Stellantrieben (11) verstellt oder einjustiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass während der Einjustierung der Strahlenquelle (0), der strahlformenden Einheit (1, 2), gegebenenfalls dem Primärstrahlfänger (4), dem Detektor (5) und/oder dem Probenhalter (7) die in dem zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich gemessene Strahlungsintensität einem vorgegebenen Wert, insbesondere einem Maximum, angenähert wird, oder dass als von der gemessenen Strahlungsintensität abgeleitete Werte das Signal-Rauschverhältnis oder die absolute Intensität im integralen, zwei-dimensionalen Bild am Detektor (5) oder die Intensität einzelner Intensitätsmaxima im Streubild oder, insbesondere bei Einsatz eines eindimensionalen Detektors (5), der über den vermessenen Winkelbereich bewegt wird, lokale Intensitätsmaxima ermittelt und herangezogen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahlenquelle (0), die strahlformende Einheit (1, 2), gegebenenfalls der Primärstrahlfänger (4), der Detektor (5) und/oder der Probenhalter (7) zur Einjustierung bezüglich ihrer räumlichen Lage in Richtung des Strahlenganges (9) und/oder in einer Ebene senkrecht dazu verstellt und/oder in ihrer Ausrichtung bezüglich der Achse des Strahlenganges (9) verstellt, insbesondere um die Achse des Strahlenganges (9) verdreht und/oder bezüglich dieser Achse verkippt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die am Detektor (5) eintreffende Röntgenstrahlung für die Ermittlung der Stellgrößen an einer Mehrzahl von unterschiedlichen Detektorbereichen gemessen wird, wobei gegebenenfalls über vorgegebene Detektorbereiche der Verlauf der Strahlungsintensität integriert wird.

6. Vorrichtung zur röntgenografischen Untersuchung von Proben, umfassend eine Neutronen- oder Röntgenstrahlungsquelle (0), zumindest eine strahlformende Einheit, vorzugsweise zumindest eine strahlbildende Optik (1) und/oder eine strahlbegrenzende Optik (2), einen zwischen der Strahlenquelle (0) und einem Detektor (5) angeordneten Probenhalter (7), wobei dem Detektor (5) gegebenenfalls ein Primärstrahlenfänger (4) vorgeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ausrichtung und/oder Lageeinstellung der Komponenten, nämlich Strahlungsquelle (0) und/oder strahlbildende Einheit (1) und/oder strahlbegrenzende Einheit (2) und/oder Probenhalter (7) und/oder Detektor (5) und/oder gegebenenfalls ein dem Detektor (5) vorgeschalteter Primärstrahlenfänger (4), zumindest eine Komponente jeweils mit zumindest einem, insbesondere jeweils mit zumindest einem eigenen, Stellantrieb (11) verbunden und verstellbar ist, der von einer Steuereinheit (6) mit Stellsignalen beaufschlagbar ist, wobei die Steuereinheit (6) einen Eingang für an zumindest einem vorgegebenen Detektorbereich des Detektors (5) ermittelte Messwerte der Strahlungsintensitäten und/oder davon abgeleitete Werte aufweist und in Abhängigkeit von diesen Messwerten die Stellsignale erstellt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (6) einen Eingang für die der jeweiligen Ausrichtung und/oder Lage der Strahlenquelle (0), der strahlformenden Einheit (1, 2), gegebenenfalls dem Primärstrahlenfänger (4), dem Detektor (5) und/oder dem Probenhalter (7) entsprechenden Justierungs-Istwerte besitzt, wobei diese Istwerte entweder in Speichern abgespeichert vorliegen oder mit an die Steuereinheit (6) angeschlossenen Messeinheiten ermittelbar sind oder von den Stellantrieben (11) zur Verfügung gestellt bzw. von diesen abnehmbar sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinheit (6) einen Vergleicher umfasst, mit dem die in vorgegebenen Detektorbereichen ermittelten Messwerte der Strahlungsintensität mit für die Strahlenquelle (0), die strahlformende Einheit (1, 2), gegebenenfalls den Primärstrahlenfänger (4), den Detektor (5) und/oder den Probenhalter (7) gespeicherten und/oder ermittelten Justierungs-Istwerten vergleichbar sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die strahlbildende Optik (1) und/oder die strahlbegrenzende Optik (2) und die Strahlenquelle (0) mit ihrem jeweiligen Stellantrieb (11) in den drei Raumdimensionen relativ zueinander verschiebbar und/oder um die optische Achse bzw. den Strahlengang (9) verdrehbar und/oder verkipptbar gelagert und angetrieben verstellbar sind.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Einstellung der strahlbildenden und/oder strahlformenden Optik (1, 2) diese Optiken (1, 2) in Form von in den Strahlengang (9) einschiebbaren oder einkippbaren oder bezüglich ihrer Spaltbreite einstellbaren Blenden ausgebildet sind, und/oder dass der Probenhalter (7) und/oder Probe 3 und/oder der Primärstrahlenfänger (4) von einer in einer Ebene senkrecht zum Strahlengang (9) in den Strahlengang (9) einschiebbaren oder von einer in den Strahlengang einkippbaren Trägereinheit getragen sind und/oder der gegenseitige Abstand zwischen Strahlenquelle (0) und Probenhalter (7) und/oder Detektor (5) und/oder der Abstand zwischen Probenhalter (7) und Detektor (5) mit den diesen Komponenten zugeordneten Stellantrieben (11) abhängig vom Messwert der Strahlungsintensität oder einem davon abgeleiteten Wert einstellbar ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

Fig. 1:

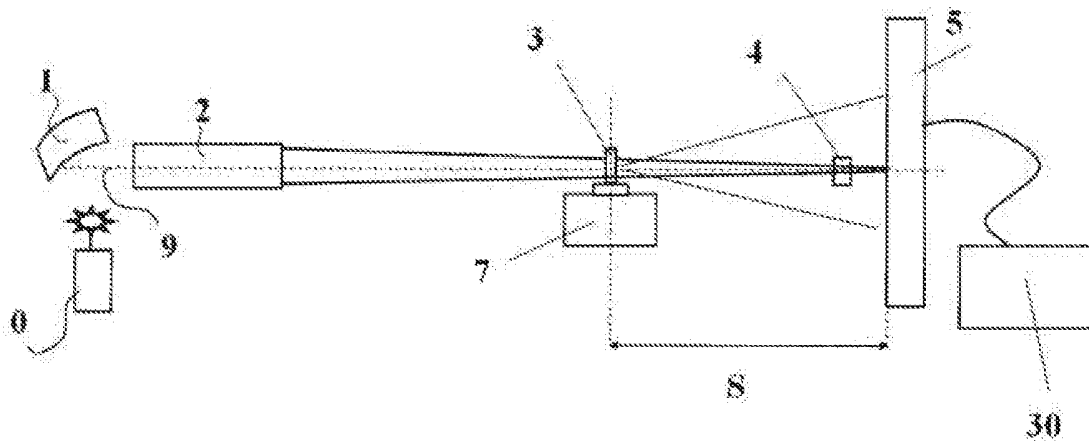


Fig. 2:

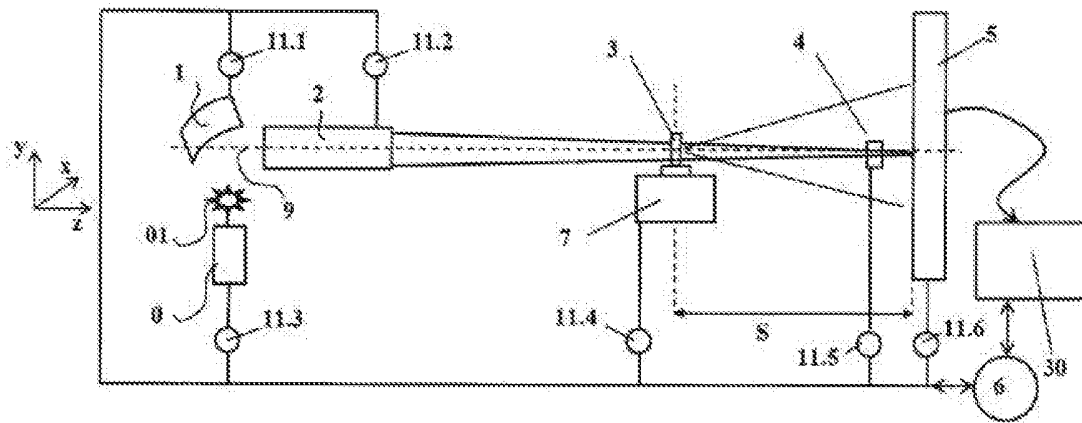


Fig.:3

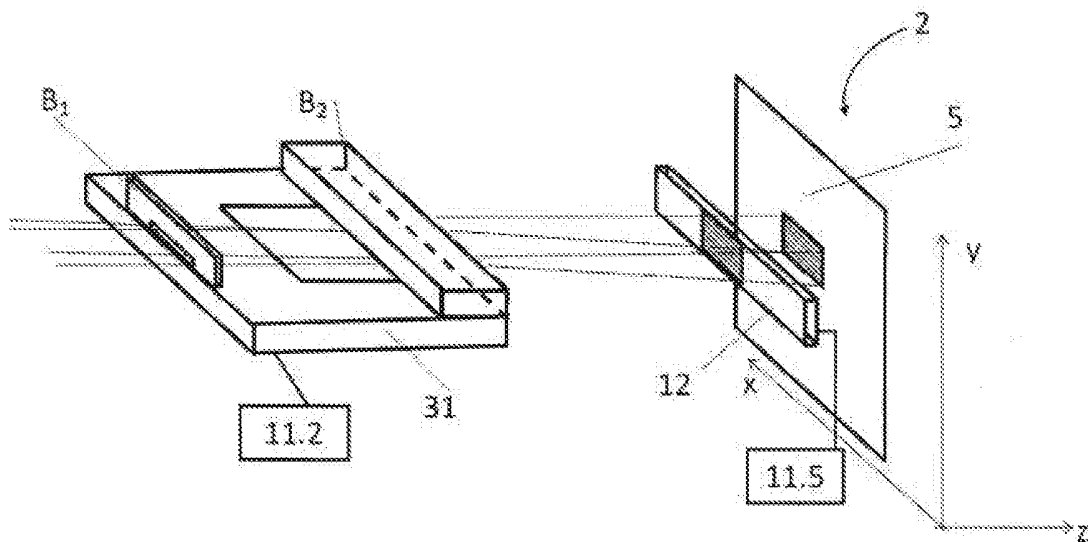


Fig.:3a

Fig. 3a is a perspective view of a rectangular electronic device 2. The device has a top surface with a central rectangular area B1 and a surrounding border B2. A component 7 is mounted on the top surface, with parts 7a, 7b, 7c, and 7d. Arrows indicate movement or force. Labels S1 and S2 point to specific areas. A bottom edge feature 32 is shown. Reference numerals 11.2.1 and 11.2.2 are enclosed in boxes.

