



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 017 490 B3 2006.08.17**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 017 490.6**
 (22) Anmeldetag: **15.04.2005**
 (43) Offenlegungstag: –
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **17.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 6/00 (2006.01)**
A61B 6/06 (2006.01)
A61B 6/04 (2006.01)
G01N 23/04 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

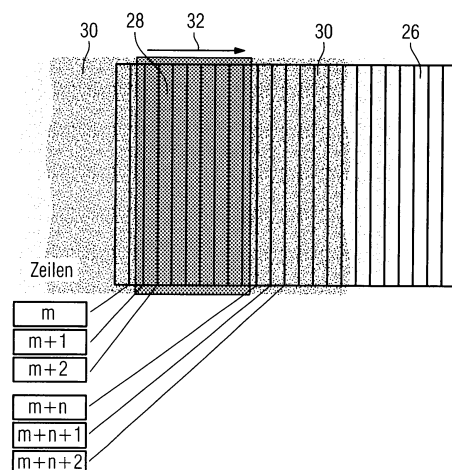
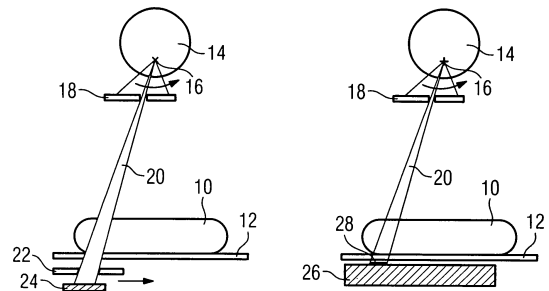
(72) Erfinder:
Freudenberger, Jörg, Dr., 90542 Eckental, DE;
Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
US 40 96 391 A
WO 03/0 55 393 A1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Erzeugen eines Röntgenbildes und Röntgengerät**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Erzeugen eines Röntgenbildes erzeugt eine Röntgenröhre (14) Röntgenstrahlung. Dies wird mit einer beweglichen Blende (18) fächerförmig ausgeblendet, und der Ausschnitt der Röntgenstrahlung (28) überstreicht nach und nach ein abzubildendes Objekt. Eine im Strahlengang hinter dem Objekt befindliche Detektormatrix (26) nimmt verschiedene Messgrößen auf, die die aufgetroffene Röntgenstrahlungsdosis repräsentieren.

Die Messgrößen werden jeweils zweimal ausgelesen, einmal unmittelbar bevor der Ausschnitt der Strahlung auf den Detektorelementen auftrifft und einmal nachdem er diese Detektorelemente gerade überstrichen hat. Aus den beiden ausgelesenen Messwerten wird ein für die Primärstrahlung repräsentativer Messwert ermittelt, der für die Erzeugung des Röntgenbildes verwendet wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erzeugen eines Röntgenbildes nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Sie betrifft auch ein Röntgengerät nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 5.

[0002] In der Röntgendiagnostik werden zwei grundsätzlich unterschiedene Verfahren eingesetzt.

[0003] Entweder wird der zu untersuchende Körper so durchstrahlt, dass die von ihm geschwächte Röntgenstrahlung ganzflächig von einem Röntgendetektor geeigneter Größe nachgewiesen werden kann. Bei der Durchstrahlung des Körpers entsteht unter Umständen viel Streustrahlung, deren Registrierung unerwünscht ist. Zur Unterdrückung der Streustrahlung kann ein Streustrahlenraster vorgesehen sein, das allerdings auch einen Teil der Nutzstrahlung absorbiert. Die Verluste an Primärstrahlung haben einen erhöhten Dosisbedarf zur Folge.

[0004] Bei einer alternativen Methode wird der zu untersuchende Körper von einem stark eingegrenzten Röntgenstrahl bestrahlt. Beispielsweise kann der Röntgenstrahl durch eine bewegliche Blende fächerförmig ausgeblendet sein. Eine zweite Blende ist vor dem Detektor vorgesehen und lässt so die Nutzstrahlung, nicht aber die Streustrahlung durch. Die gesamte Anordnung ist verschwenkbar, insbesondere ist die den Fächer ausblendende Blende verschwenkbar sowie auch der Detektor mit der zugehörigen Blende, damit der gesamte zu untersuchende Körper abgetastet wird. Die Technik unterdrückt die Streustrahlung effektiv, es ist jedoch eine aufwändige Mechanik zur Bewegung von Röhre, Blenden und Detektor notwendig.

Stand der Technik

[0005] Im Stand der Technik ist diese Methode stark ausgebaut worden, beispielsweise ist sie in der US 4,096,391 mit mehreren Schlitzen in den Blenden verwirklicht, wodurch sich aber auch der mechanische Aufwand nochmals erhöht.

[0006] In der WO 03/055393 A1 wird ein Röntgensystem nach der Abtastmethode beschrieben, bei der ein Detektor auf elektronischem Wege empfindlich geschaltet wird. Diese Methode ist jedoch bei herkömmlichen Festkörper-Flachdetektoren nicht einsetzbar, weil diese es nicht ermöglichen, die einzelnen Detektorelemente zurückzusetzen. Die heute eingesetzten Festkörper-Flachdetektoren bestehen aus einer Matrix von Detektorelementen. Diese werden gemeinsam zurückgesetzt und werden dann für Röntgenstrahlung empfindlich geschaltet. Sie integrieren die von der auftreffenden Strahlung erzeugten Ladungsträger auf. Diese Integration dauert dann bis zum Zeitpunkt der Auslesung, die zeilenweise er-

folgt. Ein zwischenzeitliches Unempfindlich-Schalten ist dabei nicht möglich. Zum Zurücksetzen der Detektormatrix müssen bestimmte Spannungsfolgen angelegt werden, das Zurücksetzen des Detektors ist daher nicht einfach.

Aufgabenstellung

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zum Erzeugen eines Röntgenbilds bereitzustellen, bei dem

- a) die Streustrahlung nicht die Bilderzeugung stört
- b) die Mechanik nicht zu aufwändig ist und
- c) herkömmliche Festkörper-Flachdetektoren eingesetzt werden können.

[0008] Die Erfindung löst diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und ein Röntgengerät nach Anspruch 5.

[0009] Die Erfindung macht also von der Abtast-Methode Gebrauch, bei der eine fächerförmige Ausblendung des Röntgenstrahls ein abzubildendes Objekt überstreicht. Anstatt einen beweglichen Detektor mit einer Blende vorzusehen, kann ein großflächiger Detektor eingesetzt werden, der nur in ganz bestimmter Weise ausgelesen wird. Insbesondere werden bei der Erfindung die Messgrößen aus den Detektorelementen der Detektormatrix jeweils zweimal ausgelesen, und zwar einmal unmittelbar bevor die fächerförmige Strahlung auf den Detektorelementen auftrifft, um so messtechnisch die Streustrahlung zu erfassen, und ein zweites Mal unmittelbar nachdem die fächerförmige Strahlung Detektorelemente überstrichen hat. Aus diesen beiden Werten kann dann die Wirkung der Primärstrahlung auf die Detektorelemente ermittelt werden.

[0010] Im Falle, dass ein Detektorelement verwendet wird, bei dem das Auslesen die Messgrößen nicht verändert, wird nach dem Auslesen der ersten Messgröße, welche die Streustrahlung repräsentiert, weiter die von der Röntgenstrahlung erzeugte Ladung aufintegriert. Dies bedeutet, dass die von der Primärstrahlung erzeugte Ladung sich aus der Differenz zwischen der zweiten aufgenommenen Messgröße und der ersten aufgenommenen Messgröße direkt ergibt. Unter Vernachlässigung des von der Streustrahlung verursachten Rauschbeitrags kann der anhand der ersten ausgelesenen Messgröße ermittelte Streustrahlungsanteil einfach rechnerisch abgezogen werden.

[0011] Bevorzugt werden die Detektorelemente zeilenweise ausgelesen. Um zu verhindern, dass die Subtraktion des von der Streustrahlung hervorgerufenen Signals zu einem erhöhten Rauschen im Bild führt, kann das Signal der Streustrahlung, bevor es subtrahiert wird, gefiltert werden. Da die Streustrahlung keinen Anteil mit höheren Ortsfrequenzen auf-

weist, ist es vorteilhaft, auf das Streusignal einer Ortsfrequenzfilterung z.B. eine lokale arithmetische Mittelung oder einen Medianfilter anzuwenden.

[0012] Die Erfindung betrifft auch ein Röntgengerät nach den Merkmalen nach Patentanspruch 5.

[0013] Das Röntgengerät kann insbesondere eine großflächige Detektormatrix in Verbindung mit einer Expositionseinheit, also Röntgenröhre und Blende verwenden, wobei durch Weglassung der zweiten Blende vor der Detektoreinheit die Bewegung der Blende vor der Röntgenröhre nicht mehr mit einer weiteren mechanischen Einheit gekoppelt werden muss. Statt dessen muss die Bildverarbeitungseinheit Informationen betreffend die Stellung der Blende erhalten und verwerten, um so in der Lage zu sein, die Messgrößen in Abhängigkeit von der Stellung der Blende (oder des Röntgenstrahls allgemein) auszulesen, und dies insbesondere zweimal.

[0014] Die Erfindung ermöglicht also insgesamt eine neuartige Anordnung, bei der eine Abtasteinheit mit Röntgenröhre und Blende mit einer großflächigen Festkörper-Flachdetektormatrix gemäß dem Stand der Technik zusammen eingesetzt werden kann, wobei diese neuartige Kombination durch geeignetes Auslesen der Festkörper-Flachdetektormatrix gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren ermöglicht wird.

Ausführungsbeispiel

[0015] Es wird nun eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung beschrieben, in der:

[0016] [Fig. 1](#) schematisch den Aufbau eines Röntgengeräts gemäß dem Stand der Technik darstellt,

[0017] [Fig. 2](#) schematisch den Aufbau eines Röntgengeräts veranschaulicht, wie es durch die Erfindung einsetzbar ist,

[0018] [Fig. 3](#) eine Detektormatrix mit auf dem Detektor auftreffendem fächerförmigem Röntgenstrahl veranschaulicht.

[0019] Bei einem in [Fig. 1](#) veranschaulichten Röntgengerätaufbau befindet sich ein Patient **10** auf einem Lagerungstisch **12**. Eine Röntgenröhre **14** sendet ausgehend von einem Fokus **16** einen Röntgenstrahl aus. Dieser wird durch eine bewegliche Blende **18** fächerförmig ausgeblendet. Ein fächerförmiger Röntgenstrahl **20** überstreicht somit den Patienten **10**. Der fächerförmige Röntgenstrahl **20** trifft nach dem Durchlaufen des Patienten **10** und des Lagerungstischs **12** nochmals auf eine Blende **22**, bevor die Strahlung auf einen Detektor **24** auftrifft.

[0020] Die Blende **18** kann, wie es durch den Pfeil

angezeigt ist, bewegt werden, und die Blende **22** wird zusammen mit dem Detektorelement **24** entsprechend gekoppelt so verschoben, dass der fächerförmige Strahl **20** jeweils auf dem Detektor **24** auftrifft.

[0021] Die Erfindung verwendet einen geänderten Aufbau gemäß [Fig. 2](#). Auf Seiten der Röntgenröhre ist gegenüber dem Aufbau des Stands der Technik nichts verändert. Detektorseitig ergibt sich folgende Veränderung:

Anstatt des kleinen Detektors **24** mit der vorgelagerten Blende **22** ist nun ein großflächiger Festkörper-Flachdetektor vorgesehen, wie er im Stand der Technik bekannt ist und vielseitig eingesetzt wird. Während die Blende **22** die Streustrahlung ausblendet, trifft nunmehr die Streustrahlung auf den Detektor **26** auf. Es kommt daher auf ein geeignetes Auslesen der einzelnen Detektorelemente des Detektors **26** an.

[0022] Dies ist anhand von [Fig. 3](#) veranschaulicht.

[0023] [Fig. 3](#) zeigt die Festkörper-Flachdetektormatrix **26**, die aus einer Vielzahl von Detektorzeilen besteht, welche vorliegend in [Fig. 3](#) gekennzeichnet sind. Auf der Detektormatrix **26** trifft der fächerförmige Kernausschnitt **28** des Röntgenstrahls **20** auf, der sich durch die Ausblendung anhand der Blende **18** ergibt. Zu beiden Seiten dieses Kernausschnitts **28** trifft Streustrahlung **30** auf der Detektormatrix **26** auf. Es handelt sich hierbei um Strahlung, die an der Blende **18** oder im Patienten **10** und dem Lagerungstisch **12** gestreut wurde.

[0024] Diese Strahlung unterscheidet sich von der Nutzstrahlung im Kernausschnitt **28** dadurch, dass sie nicht zur Entstehung des Röntgenbildes beitragen sollte.

[0025] Anstatt diese Streustrahlung wie durch die Blende **22** in [Fig. 1](#) nun auszublenden, wird die Streustrahlung rein rechnerisch aus den Messwerten der einzelnen Detektorelemente des Detektors **26** eliminiert. Hierzu muss zweimal gemessen werden.

[0026] In einer ersten Messung wird die Streustrahlung **30** gemessen, in einer zweiten Messung wird das Gesamtsignal, bestehend aus Nutzstrahlung und Streustrahlung, gemessen, und dann wird der Einfluss der Streustrahlung rechnerisch eliminiert, im vorteilhaftesten Fall einfach rechnerisch durch Differenzbildung abgezogen.

[0027] Der Kernausschnitt **28** überstreicht zusammen mit der Streustrahlung **30** die Detektormatrix **26** in Richtung des Pfeils **32**. Die Streustrahlung **30** wandert dabei ebenfalls im Bild nach rechts und überstreicht weiter rechts liegende Zeilen der Detektormatrix.

[0028] In der in [Fig. 3](#) dargestellten Situation ist es nun so, dass die Streustrahlung bereits geraume Zeit in den Detektorelementen der Zeile $m+n$ integriert worden ist, und dass der Kernausschnitt **28** kurz davorsteht, die Zeile $m+n$ zu erreichen. Zu diesem Zeitpunkt sollte daher die Zeile $m+n$ ausgelesen werden. Damit misst man die gesamte Streustrahlung **30**, die in den Detektorelementen der Zeile $m+n$ integriert worden ist. Anschließend lässt man den gesamten Kernausschnitt **28** die Zeile $m+n$ überstreichen und misst die Messgrößen in dieser Zeile nochmals. Da die Detektorelemente dieser Zeile $m+n$ nicht zurückgesetzt werden, erfasst die Zeile anschließend den Einfluss der Streustrahlung **30**, aufsummiert mit dem Einfluss der Nutzstrahlung **28**. Der Einfluss der Streustrahlung kann dann eliminiert werden, indem von dem zweiten aufgenommenen Messwert der erste Messwert abgezogen wird, wobei sich dann der reine aufintegrierte Anteil der Nutzstrahlung aus dem Kernausschnitt **28** ergibt.

[0029] Um die Zeile $m+n$ ein zweites Mal auszulesen, muss also der Kernausschnitt **28** gemäß dem Pfeil **32** den gesamten Bereich überstreichen, bis die linke Kante des Kernausschnitts **28** die Zeile $m+n$ erreicht hat. Vorliegend hat in der [Fig. 3](#) die linke Kante dieses Kernausschnitts gerade die Zeile m erfasst. Die Zeile m ist also die Zeile, die gerade vollständig von dem Kernausschnitt **28** überschritten wurde. Zusätzlich zur Zeile $m+n$ nimmt man in der [Fig. 3](#) gezeigten Situation daher eine Messung in der Zeile m vor. In der Zeile $m+n$ ist es dann die erste Aufnahme einer Messgröße, in der Zeile m ist es die zweite Aufnahme einer Messgröße. Anschließend wandert der Kernausschnitt **28** von der in [Fig. 3](#) gezeigten Situation um eine Zeile nach rechts. Dann wird zur Aufnahme der ersten Messgröße die Zeile $m+n+1$ ausgelesen und zur Aufnahme einer weiteren zweiten Messgröße wird die Zeile $m+1$ ausgelesen. Anschließend wandert der Kernausschnitt **28** nochmals um eine Zeile nach rechts, und es werden dann die Zeile $m+n+2$ und $m+2$ ausgelesen. Nach n Schritten ausgehend von [Fig. 3](#) hat der Kernausschnitt **28** mit seiner linken Kante die Zeile $m+n$ erreicht und diese wird nun ein zweites Mal ausgelesen, wie oben beschrieben.

[0030] Es sei darauf hingewiesen, dass die Nutzstrahlung jeweils gemessen wird, wenn der Kernausschnitt **28** die jeweilige Zeile gerade überstrichen hat. Die im Bild links von diesem Kernausschnitt **28** gezeigte Streustrahlung **30** hat die betreffende Detektorzeile noch gar nicht erreicht. Es ist vorteilhaft, Nutzstrahlung möglichst unmittelbar, nachdem der Kernausschnitt **28** die entsprechende Zeile überstrichen hat, zu messen, damit nicht in der Folge weitere Streustrahlung aufintegriert wird.

[0031] Die Erfindung wird dadurch ermöglicht, dass Röntgenbilder nicht mehr sofort auf einem Film auf-

genommen werden, sondern dass die Röntgenbilder aus Messgrößen in einer Festkörper-Flachdetektormatrix von einem Bildverarbeitungssystem zusammengesetzt werden, so dass sie auch zuvor in dem Bildverarbeitungssystem noch bearbeitet werden können.

[0032] Es entfällt gegenüber dem in [Fig. 1](#) gezeigten Stand der Technik die aufwändige mechanische Kopplung der Bewegung der Blende **18** einerseits und der Blende **22** und des Detektors **24** andererseits. Es kommt lediglich darauf an, dass das Bildverarbeitungssystem die betreffende Detektorzeile das erste Mal dann ausliest, unmittelbar bevor der Kernausschnitt **28** die Zeile erreicht, so dass das Bildverarbeitungssystem bevorzugt mit der Steuerung der Blende **18** (oder einer eventuellen Verschwenkung der Röntgenröhre **14**) verkoppelt werden muss.

[0033] Die Erfindung eignet sich insbesondere zur Verwendung in einem Mammographiegerät, weil dort die Bewegung der Blende (**22**) und des Detektors (**24**) gemäß dem Stand der Technik besonders aufwändig und störend ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen eines Röntgenbildes, bei dem

- eine Röntgenröhre (**14**), welche Röntgenstrahlung erzeugt, die vermittels einer beweglichen Blende (**18**), insbesondere fächerförmig, ausgeblendet wird, wobei die Blende (**18**) so bewegt wird, dass ein Ausschnitt (**20**) der Röntgenstrahlung nach und nach ein abzubildendes Objekt (**10, 12**) überstreicht und wobei
- eine im Strahlengang hinter dem Objekt (**10, 12**) befindliche Detektormatrix in einzelnen Detektorelementen Messgrößen aufnimmt, die die auf den Detektorelementen aufgetroffene Röntgenstrahlung repräsentieren,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Messgrößen jeweils aus den Detektorelementen, unmittelbar bevor der Ausschnitt der Strahlung (**28**) auf ihnen auftrifft, zur Erfassung der Streustrahlung ausgelesen werden, und dass
- die Messgrößen abermals an den jeweiligen Detektorelementen ausgelesen werden unmittelbar nachdem der Ausschnitt (**28**) der Strahlung diese Detektorelemente überstrichen hat,
- und dass aus den beiden ausgelesenen Messgrößen für jedes Detektorelement eine Messgröße ermittelt wird, die die durch Primärstrahlung erzeugte Röntgendosis auf dem Detektorelement repräsentiert und für die Erzeugung des Röntgenbildes verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Detektormatrix (**26**) verwendet wird, bei der die Messgrößen in den einzelnen Detek-

torelementen beim Auslesen nicht verändert werden, und dass aus den beiden ausgelesenen Messgrößen die Differenz ermittelt wird, wobei die Differenz die durch Primärstrahlung erzeugte Röntgendosis repräsentiert.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Detektorelemente zeilenweise ausgelesen werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in den einzelnen Detektorelementen als erstes ausgelesene Messgrößen, welche die Streustrahlung repräsentieren, in einem vorgegebenen Bereich benachbarter Detektorelemente gefiltert werden, vorzugsweise durch eine gewichtete, arithmetische Mittelung im Ortsraum oder Ermittlung des Medianwerts eines Bereichs im Ortsraum.

5. Röntgengerät ([Fig. 2](#)), insbesondere Mammographiegerät, mit

- einer Röntgenröhre (**14**),
- einer vor der Röntgenröhre angeordneten Blende zum Ausblenden eines, insbesondere fächerförmigen Röntgenstrahlausschnitts (**20, 28**),
- einer Steuerung zum Bewegen der Blende (**18**) oder des Röntgenstrahlausschnitts (**20**), sowie mit
- einer Detektormatrix (**26**), die in einzelnen Detektorelementen Messgrößen aufnehmen kann, die die auf den Detektorelementen aufgetroffene Röntgendosis repräsentieren,
- einer Bildverarbeitungseinheit zum Auslesen und Darstellen der Messgrößen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Bildverarbeitungseinheit derart mit der Steuerung zum Bewegen der Blende (**18**) verbunden ist, dass sie in der Lage ist, die Messgrößen in Abhängigkeit von der Stellung der Blende oder des Röntgenstrahls auszulesen.

6. Röntgengerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildverarbeitungseinheit in der Lage ist, die Messgrößen zeilenweise auszulesen.

7. Röntgengerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildverarbeitungseinheit in der Lage ist, die Messgrößen zumindest zweimal auszulesen.

8. Röntgengerät nach einem der Ansprüche 5 bis 7, gekennzeichnet durch eine Festkörper-Flachdetektormatrix (**26**).

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

Stand der Technik

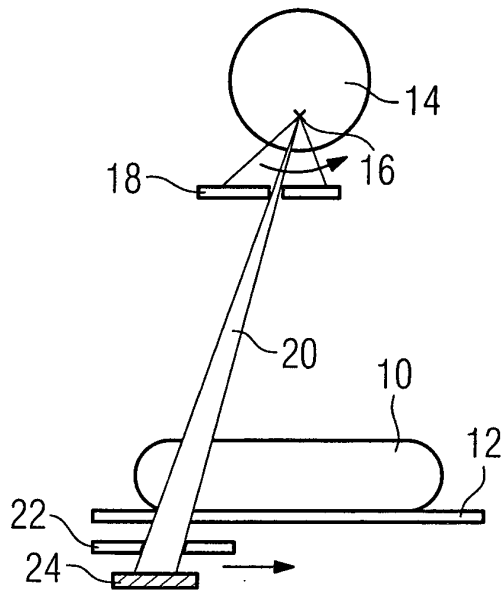


FIG 2

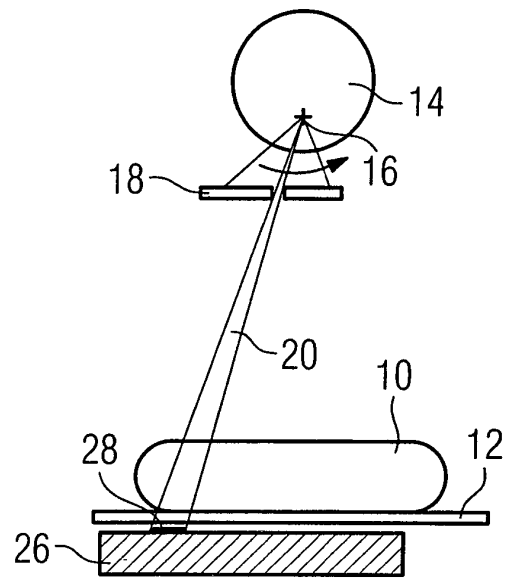


FIG 3

