



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 29 764 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**A 61 B 6/03**

21 Aktenzeichen: 101 29 764.5  
22 Anmeldetag: 20. 6. 2001  
43 Offenlegungstag: 23. 1. 2003

DE 101 29 764 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

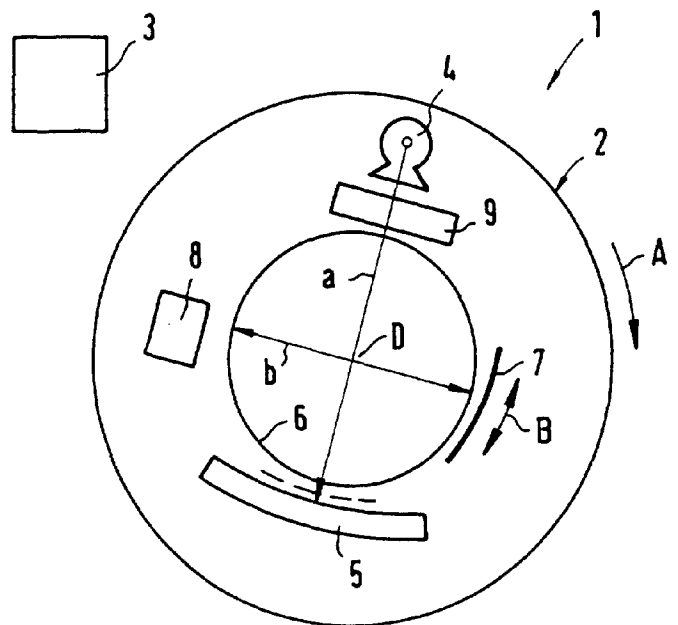
72 Erfinder:  
Hoheisel, Martin, Dr., 91056 Erlangen, DE; Sklebitz,  
Hartmut, 91056 Erlangen, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Computertomographiegerät

57 Die Erfindung betrifft ein Computertomographiegerät mit einer Röntgenstrahlenquelle und einen Röntgenstrahlendetektor aufweisenden Gantry, wobei wenigstens ein weiterer, in den und aus dem Strahlengang der Röntgenstrahlenquelle (4, 11) bewegbarer, gebogener Festkörperstrahlungsdetektor (7, 14) in der Gantry (2) vorgesehen ist.



DE 101 29 764 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Computertomographiegerät mit einer Röntgenstrahlenguelle und einen Röntgenstrahlendetektor aufweisenden Gantry.

[0002] In der Praxis ist es zunehmend erforderlich, bei Untersuchungen eines Patienten mit einem Computertomographiegerät ohne Zeitverzug und ohne Patientenumlagerung

Röntgen-Funktions-Diagnostik-Untersuchungen durchzuführen, z. B. in Form von Fluoroskopie-Untersuchungen, digitaler Radiographie oder digitaler Subtraktionsangiographie. Hierzu ist es vorteilhaft, einen zusätzlichen Röntgenstrahlendetektor vorzusehen, der im Rahmen dieser Funktionsuntersuchungen bestrahlt wird und die entsprechenden Signale liefert. Hierbei sollte am ohnehin sehr komplizierten Aufbau des Computertomographiegeräts möglichst wenig geändert werden, insbesondere sollte die Verwendung einer zweiten Röntgenstrahlenquelle vermieden werden und die Untersuchung in der Gantry ohne große Verschiebewege der Patientenliege erfolgen können. Eine denkbare Lösung wäre, den zusätzlichen Röntgenstrahlendetektor im Strahlengang vor dem im Rahmen der üblichen CT-Untersuchungen verwendeten Röntgendetektor anzuordnen. Da der zusätzliche Röntgendetektor jedoch einen erheblichen Teil der einfallenden Röntgenstrahlung absorbieren würde, wäre diese Realisierung mit dem Nachteil einer stark erhöhten Patientendosis verbunden. Somit kann eine derartige Anordnung keine Lösung darstellen. Ferner würde aufgrund der planen Ausführung des bei einer Anordnung in der Gantry ohnehin nur als Flachdetektor verwendbaren Röntgenstrahlendetektors der im Rahmen der CT-Untersuchung verwendete Röntgenstrahlendetektor, der als gebogenes Array ausgeführt ist, erheblich radial nach außen versetzt werden müssen, um bei gegebenem Gantry-Durchmesser einen zusätzlichen Detektor überhaupt vorsehen zu können. Dies bringt eminente konstruktive Nachteile mit sich, insbesondere einen vergrößerten Lagerringdurchmesser für die rotierenden Teile, was zu deutlich größeren Fliehkräften führen wird. Die Gantry ist die um den Patienten rotierende Abtasteinheit des Geräts, in der die Röntgenstrahlenquelle und der Röntgenstrahlendetektor angeordnet sind.

[0003] Bekannte Kombinationsanlagen, die also die übliche computertomographische Untersuchung wie auch eine Röntgen-Funktions-Diagnostik zulassen, weisen eine zusätzliche Röntgenröhre und einen separaten Detektor auf, die zusammen zur Funktionsdiagnostik verwendet werden. Auch ist es bekannt, eine Patientenliege mit eingebautem Detektorpanel zu verwenden, über welches die Funktionsdiagnostiksignale geliefert werden.

[0004] Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, ein Computertomographiegerät anzugeben, das die eingangs beschriebenen Nachteile beseitigt und die Durchführung von Röntgen-Funktions-Diagnostik-Untersuchungen in der Gantry des Computertomographiegeräts zulässt.

[0005] Zur Lösung dieses Problems ist bei einem Computertomographiegerät der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass wenigstens ein weiterer, in den und aus dem Strahlengang der Röntgenstrahlenquelle bewegbarer, gebogener Festkörperstrahlungsdetektor in der Gantry vorgesehen ist.

[0006] Die Erfindung schlägt die Anordnung eines verschiebbar gelagerten Festkörperstrahlungsdetektors in der Gantry vor, der darüber hinaus gebogen ist, so dass er in den Spalt zwischen dem inneren Ring der Gantry und dem dazu benachbarten, ebenfalls gebogenen Röntgenstrahlendetektor, der der eigentlichen CT-Aufnahme dient, bei Bedarf eingeschoben werden kann, so dass er im Strahlengang der ohnehin vorhandenen Röntgenstrahlenquelle positioniert ist.

Aufgrund der Biegung kann vorteilhaft das äußerst geringe, zur Verfügung stehende Platzangebot ausgenutzt werden, zum anderen besteht so die Möglichkeit, dass am Aufbau der Gantry insoweit nichts zu ändern ist, als aufgrund der Biegung des Festkörperstrahlendetektors der eigentliche CT-Röntgenstrahlendetektor nicht radial weiter nach außen versetzt werden muss. Ein gebogener Festkörperstrahlungsdetektor ist bei Verwendung eines hinreichend dünnen und damit biegbaren Detektorträgers herstellbar.

[0007] Das erfindungsgemäße Computertomographiegerät lässt es also mit besonderem Vorteil zu, durch einfaches, bedarfsabhängiges Einfahren des zusätzlichen Festkörperstrahlungsdetektors ohne Zeitverzug und ohne Patientenumlagerung von der eigentlichen CT-Untersuchung auf eine Funktionsdiagnostikuntersuchung umzuschalten, wobei ein und dieselbe Röntgenröhre für beide Untersuchungsarten verwendet wird. Dies ist ohne all zu große Änderungen des eigentlichen Gantry-Aufbaus möglich, da aufgrund der gebogenen Ausführungsform das vorhandene, sehr geringe Platzangebot optimal ausgenutzt wird.

[0008] Besonders vorteilhaft ist bei der Anordnung des zusätzlichen Röntgendetektors für die Funktions-Diagnostik innerhalb der Gantry, dass die Untersuchung durch geeignete Drehung der Gantry in jeder beliebigen Durchstrahlungsrichtung erfolgen kann, wie es für die gewünschte Diagnose am zweckmäßigsten ist. Dies ermöglicht eine ebenso flexible Handhabung wie bei einem C-Bogen, was bei einem in der Patientenliege eingebauten, zusätzlichen Röntgendetektor nicht gegeben wäre.

[0009] Wie beschrieben ist es zweckmäßig, wenn der Festkörperstrahlungsdetektor vor dem Röntgenstrahlungsdetektor positionierbar ist, also in den Zwischenspalt zwischen innerem Gantry-Ring und dem CT-Röntgenstrahlungsdetektor eingefahren werden kann.

[0010] Erfindungsgemäß sollte der Biegeradius  $r$  im Intervall  $r \leq a$  und  $r \geq b/2$  sein, wobei  $a$  der Abstand des Röntgenstrahlendetektors zur Röntgenstrahlenquelle und  $b$  der halbe Innendurchmesser der Gantry ist.

[0011] Nach einer ersten Erfindungsausgestaltung kann vorgesehen sein, dass der Festkörperstrahlungsdetektor durch Verschieben längs einer Kreisbahn um die Drehachse der Gantry in den Strahlengang bewegbar ist. Bei dieser Ausführungsform wird also der Festkörperstrahlungsdetektor quasi tangential von der Seite her in den Strahlengang längs der Kreisbahn eingeschoben. Zweckmäßigerweise fällt die Drehachse, um die die Kreisbahn-Verschiebewegung erfolgt, mit der Drehachse der Gantry zusammen.

[0012] Eine Erfindungsalternative sieht demgegenüber vor, dass der Festkörperstrahlungsdetektor durch axiales Verschieben parallel zur Drehachse der Gantry in den Strahlengang bewegbar ist. Welche Bewegungsalternative gewählt wird hängt letztlich davon ab, wie die Platzverhältnisse in der Gantry sind, und insbesondere wie groß der Festkörperstrahlungsdetektor selbst ist. Zur Bewegung des Festkörperstrahlungsdetektors sind in jedem Fall entsprechende Bewegungs- und Führungsmittel vorgesehen, z. B. Schiebe- oder Gleitschienen, auf denen der Festkörperstrahlungsdetektor gelagert und geführt ist sowie entsprechende Antriebsmittel, z. B. in Form eines entsprechenden Stell- oder Schrittmotors oder dergleichen. Wichtig dabei ist, dass diese Bewegungs- und Antriebsmittel möglichst klein gehalten sind, um nicht unnötig viel Platz zu benötigen.

[0013] In Weiterbildung des Erfindungsgedankens kann vorgesehen sein, dass die zum Ansteuern und Auslesen der Pixel des Festkörperstrahlungsdetektors dienenden elektronischen Bauelemente nicht an der bezogen auf die Bewegungsrichtung beim Einfahren in den Strahlengang vorderen Kante des Festkörperstrahlungsdetektors angeordnet sind.

Diese Ausführungsform ist dahingehend vorteilhaft, als hierdurch die Bauhöhe des gebogenen Festkörperstrahlungsdetektors im Bereich der vorderen Einfahrkante niedrig gehalten werden kann, so dass der Festkörperstrahlungsdetektor auch in einen Spalt zwischen Gantry-Innenring und Röntgenstrahlungsdetektor eingefahren werden kann, der schmaler ist als die eigentliche Bauhöhe des gebogenen Festkörperstrahlungsdetektors inklusive der randseitig angeordneten elektronischen Bauelemente. Diese sind zweckmäßigerweise an den übrigen drei Längskanten an der zum Gantry-Außenring weisenden Seite angeordnet.

[0014] Aufgrund der Biegung des Festkörperstrahlungsdetektors ist es zweckmäßig, wenn die Größe der Pixel des Festkörperstrahlungsdetektors zu den geraden Rändern des gebogenen Festkörperstrahlungsdetektors hin abnimmt. Weiterhin kann auch die Pixelposition, also die Lage der Zeilen und Spalten in tangentialer und axialer Richtung so angepasst sein, dass sich – bezogen auf ein flaches Panel – keine oder nur eine reduzierte Verzeichnung und/oder Pixel-Anisotropie ergibt.

[0015] Weiterhin können erfindungsgemäß Mittel zur kabellosen Übertragung der vom Festkörperstrahlungsdetektor aufgenommenen Signale an eine extern zur Gantry angeordnete Steuerungseinrichtung und zum Empfang von Steuerungssignalen von dieser Steuerungseinrichtung vorgesehen sein. Diese Mittel können als optische Übertragungsmittel, insbesondere als IR-Übertragungsmittel oder als elektromagnetische Übertragungsmittel in Form von Antennen oder dergleichen ausgebildet sein. Zweckmäßigerweise sollten die bereits vorhandenen Übertragungseinrichtungen des CT-Röntgenstrahlendetektors genutzt werden, da diese ohnehin vorhanden sind und auf diese Weise vermieden wird, dass zusätzliche Übertragungs- und Empfangsmittel anzuordnen sind.

[0016] Alternativ zur Verwendung der optischen oder elektromagnetischen Übertragungs- und Empfangsmitteln kann auch zur Übertragung von Signalen des Festkörperstrahlungsdetektors an die zur Gantry externe Steuerungseinrichtung und zur Übertragung entsprechender Steuerungssignale ein feststehender Schleifring und an diesem schleifende Schleifkontakte vorgesehen sein.

[0017] Wie ausgeführt ist der CT-Röntgenstrahlendetektor zwar relativ lang, jedoch auch sehr schmal, weshalb das Strahlenfeld der Röntgenstrahlenguelle ebenfalls entsprechend schmal ist. Da der zur Funktionsdiagnostik dienende gebogene Festkörperstrahlungsdetektor im Wesentlichen rechteckig und deutlich breiter ist, ist es notwendig, dass das Strahlenfeld zur Ausnutzung der gesamten Detektorfläche entsprechend variiert werden kann. Hierzu ist erfindungsgemäß eine der Röntgenstrahlenguelle zugeordnete Blendeneinrichtung vorgesehen, die über die Steuerungseinrichtung entsprechend steuerbar ist, so dass auf einfache und schnelle Weise auch die Einblendung des Strahlenfelds je nach durchzuführender Untersuchung variiert werden kann. Entsprechendes gilt für die Variation der Röntgenstrahlendosis bzw. der Amplitude von Röhrenspannung und -strom, die ebenfalls abhängig von der durchzuführenden Untersuchung und damit von dem zu bestrahlenden Detektor über die Steuerungseinrichtung zur Variation steuerbar sind.

[0018] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

[0019] Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Computertomographiegeräts mit einem längs einer Kreisbahn in den Strahlengang einschiebbaren gebogenen Festkörperstrahlungsdetektor,

[0020] Fig. 2 eine Schnittansicht durch eine Gantry eines

erfindungsgemäßen Computertomographiegeräts einer zweiten Ausführungsform mit einem axial verschiebbaren gebogenen Festkörperstrahlungsdetektor, und  
[0021] Fig. 3 eine Aufsicht auf einen gebogenen Festkörperstrahlungsdetektor.

[0022] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Computertomographiegerät **1**, von dem die Übersichtlichkeit halber lediglich die Gantry **2** sowie eine Steuerungseinrichtung **3** dargestellt ist. Die Gantry **2** ist längs des Pfeils A um die Drehachse D drehbar. Der eigentliche Aufbau und Betrieb eines Computertomographiegeräts ist hinlänglich bekannt, hierauf muss nicht mehr eingegangen werden.

[0023] In der Gantry ist eine Röntgenstrahlenguelle **4** sowie ein gegenüberliegender Röntgenstrahlungsdetektor **5** vorgesehen. Dieser Röntgenstrahlungsdetektor **5** dient zur Aufnahme der eigentlichen CT-Bilder eines in den inneren Ringraum, der von dem Innenring **6** der Gantry **2** begrenzt wird, eingeschobenen, nicht gezeigten Patienten.

[0024] Gezeigt ist ferner ein Festkörperstrahlungsdetektor **7**, der gebogen ist, und der über nicht näher gezeigte Antriebs- und Führungsmittel längs einer Kreisbahn um die Drehachse D verschiebbar ist, wie durch den Doppelpfeil B angedeutet ist. Dieser mit der Gantry bei deren Rotation mit rotierende Festkörperstrahlungsdetektor **7** kann, wie gestrichelt dargestellt ist, in den Strahlengang der Röntgenstrahlenguelle **4** eingeschoben und vor dem Röntgenstrahlendetektor **5** positioniert werden. Mit diesem Festkörperstrahlungsdetektor **7** kann eine übliche Röntgen-Funktions-Diagnostik-Untersuchung vorgenommen werden, wobei hierfür die Strahlung der ohnehin vorhandenen Röntgenstrahlenguelle **4** genutzt wird. Sofern der Festkörperstrahlungsdetektor **7** nicht benötigt wird, wird er in eine seitliche Parkposition bewegt, wo er nicht mehr im Strahlengang liegt, so dass der CT-Röntgenstrahlendetektor **5** wie üblich bestrahlt werden kann.

[0025] Wie ausgeführt ist der Festkörperstrahlungsdetektor **7** gebogen. Sein Biegeradius ist kleiner gleich dem Abstand des Fokus der Röntgenstrahlenguelle **4** zum Röntgenstrahlendetektor **5**, in Fig. 1 mit a gekennzeichnet, und größer gleich dem halben Innendurchmesser der Gantry **2** bzw. des inneren Gantry-Rings **6**, in Fig. 1 mit b gekennzeichnet.

[0026] Gezeigt sind ferner für den Röntgenstrahlendetektor **5** und den Festkörperstrahlendetektor **7** gemeinsam zu verwendende Übertragungs- und Empfangsmittel **8**, über die zum einen die aufgenommenen Signale des jeweils benutzten Detektors **5** oder **7** an die Steuerungseinrichtung **3** übertragen und zum anderen entsprechende Steuerungssignale, die die Detektoren **5** oder **7** betreffen, empfangen werden können.

[0027] Ferner ist eine Blendeneinrichtung **9**, die der Röntgenstrahlenguelle **4** vorgeschaltet ist, vorgesehen. Über diese Blendeneinrichtung **9** kann das Strahlenfeld in seiner Größe variiert werden, so dass es der Form des jeweils verwendeten Detektors **5** oder **7** angepasst und dieser optimal ausgeleuchtet werden kann.

[0028] Fig. 2 zeigt in Form einer Prinzipskizze eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Computertomographiegeräts **10**. Auch hier kommt eine gemeinsame Röntgenstrahlenguelle **11** mit zugeordneter Blendeneinrichtung **12** sowie ein CT-Röntgenstrahlendetektor **13** zum Einsatz. Der hier ebenfalls vorgesehene gebogene Festkörperstrahlungsdetektor **14** ist bei dieser Ausführungsform aber axial und damit parallel zur Drehachse D in den Strahlengang der Röntgenstrahlenguelle **11** einschiebbar, wie durch den Doppelpfeil C angegeben ist.

[0029] Fig. 3 zeigt schließlich in Form einer Prinzipskizze eine Ansicht des gebogenen Festkörperstrahlungsdetektors **7** aus Fig. 1. Ersichtlich sind die auf der Detektorfläche **15**

befindlichen elektronischen Bauelemente **16**, die zum Ansteuern und Auslesen der einzelnen Pixel des Festkörperstrahlungsdetektors **7** dienen, lediglich an den Kanten c, d und e des Detektors angeordnet. An der Kante f, die bezogen auf die Einfahrriechtung des Detektors in den Strahlengang (dargestellt durch den Pfeil E) die vordere Kante ist, sind keine Bauelemente **16** vorgesehen, so dass die Bauhöhe des Detektors in diesem Bereich deutlich kleiner ist und er problemlos in den sehr schmalen Spalt zwischen Gantry-Innenring **6** und Röntgenstrahlendetektor **5** eingeschoben werden kann.

[0030] Bei dem Festkörperstrahlungsdetektor **14** des Computertomographiegeräts **10** wären die Bauelemente **16** entweder an der Kante c oder e, nicht vorhanden, dafür aber an der Kante f, da dieser Festkörperstrahlungsdetektor **14** axial in den Strahlengang geschoben wird, wobei eine der gebogenen Kanten c oder e die vordere Einfahrkante darstellt.

#### Patentansprüche

1. Computertomographiegerät mit einer Röntgenstrahlenquelle und einen Röntgenstrahlendetektor aufweisenden Gantry, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein weiterer, in den und aus dem Strahlengang der Röntgenstrahlenquelle (**4, 11**) bewegbarer, gebogener Festkörperstrahlungsdetektor (**7, 14**) in der Gantry (**2**) vorgesehen ist.
2. Computertomographiegerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperstrahlungsdetektor (**7, 14**) vor dem Röntgenstrahlungsdetektor (**5, 13**) positionierbar ist.
3. Computertomographiegerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Biegeradius des Festkörperstrahlungsdetektors (**7, 14**)  $r \leq a$  und  $r \geq b/2$  ist, wobei a der Abstand des Röntgenstrahlungsdetektors (**5, 13**) zur Röntgenstrahlenquelle (**4, 11**) und b der halbe Innendurchmesser der Gantry (**2**) ist.
4. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperstrahlungsdetektor (**7**) durch Verschieben längs einer Kreisbahn um die Drehachse D der Gantry (**2**) in den Strahlengang bewegbar ist.
5. Computertomographiegerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse, um die die Kreisbahn-Verschiebebewegung erfolgt, mit der Drehachse D der Gantry (**2**) zusammenfällt.
6. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperstrahlungsdetektor (**14**) durch axiales Verschieben parallel zur Drehachse D der Gantry (**2**) in den Strahlengang bewegbar ist.
7. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Ansteuern und Auslesen der Pixel des Festkörperstrahlungsdetektors (**7, 14**) dienenden elektronischen Bauelemente (**16**) nicht an der bezogen auf die Bewegungsrichtung beim Einfahren in den Strahlengang vordere Kante des Festkörperstrahlungsdetektors (**7, 14**) angeordnet sind.
8. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Größe der Pixel des Festkörperstrahlungsdetektors (**7, 14**) zu den geraden Rändern des gebogenen Festkörperstrahlungsdetektors hin abnimmt.
9. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionen der Pixel des Festkörperstrahlungsdetektors

tektors (**7, 14**) in tangentialer und axialer Richtung so gewählt sind, dass sich bezogen auf ein flaches Pendel eine minimierte Verzeichnung ergibt.

10. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (**8**) zur kabellosen Übertragung der vom Festkörperstrahlungsdetektor (**7, 14**) aufgenommenen Signale an einer extern zur Gantry (**2**) angeordneten Steuerungseinrichtung (**3**) und zum Empfang von Steuerungssignalen vorgesehen sind.

11. Computertomographiegerät nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel (**8**) optische Übertragungsmittel, insbesondere IR-Übertragungsmittel oder elektromagnetische Übertragungsmittel, insbesondere Antennen, sind.

12. Computertomographiegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Übertragung von Signalen des Festkörperstrahlungsdetektors an eine extern zur Gantry angeordnete Steuerungseinrichtung und zur Übertragung von Steuerungssignalen ein feststehender Schleifring und an diesem schleifende Schleifkontakte vorgesehen sind.

13. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Variation des Strahlenfelds der Röntgenstrahlenquelle (**4, 11**) eine dieser zugeordnete Blendeneinrichtung (**9, 12**) vorgesehen ist, die über die Steuerungseinrichtung (**3**) steuerbar ist.

14. Computertomographiegerät nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Röntgenstrahlenquelle (**4, 11**) abhängig vom zu bestrahlenden Detektor (**5, 7, 13, 14**) über die Steuerungseinrichtung (**3**) steuerbar ist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

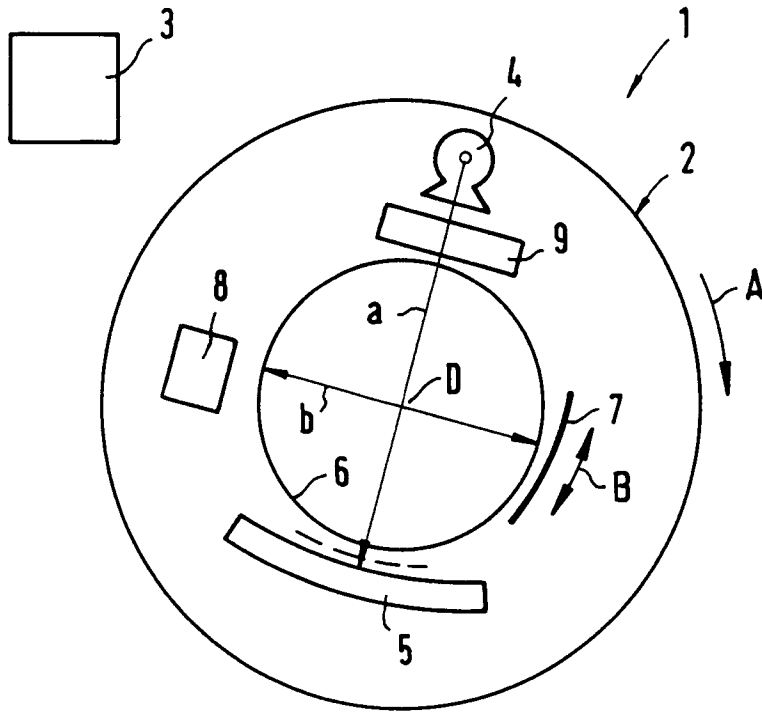


FIG. 1

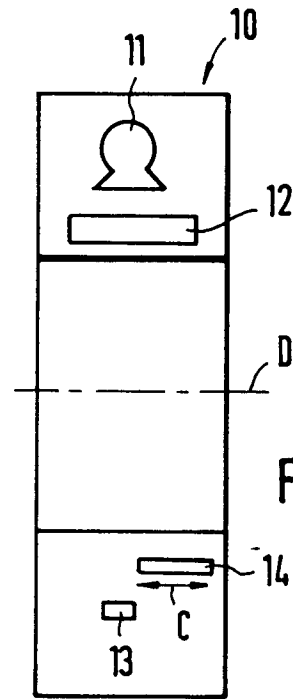


FIG. 2

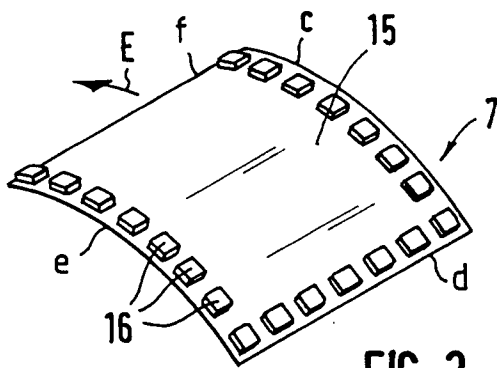


FIG. 3