

⑤1

Int. Cl. 2:

A 61 B 6/00

①9 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENTAMT



DE 28 34 934 A 1

①1

Offenlegungsschrift 28 34 934

②1

Aktenzeichen: P 28 34 934.0

②2

Anmeldetag: 9. 8. 78

④3

Offenlegungstag: 21. 2. 80

③0

Unionspriorität:

③2 ③3 ③1

—

⑤4

Bezeichnung: **Strahlendiagnostikgerät für die Erzeugung von Schichtbildern**

⑦1

Anmelder: **Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München**

⑦2

Erfinder: **Schwierz, Günter, Dr.rer.nat.; Schittenhelm, Rudolf, Dr.rer.nat.;
Schmitt, Günter, Ing.(grad.); 8520 Erlangen; Tschunt, Edgar, Ing.(grad.),
8521 Rathsberg**

DE 28 34 934 A 1

Patentansprüche

1. Strahlendiagnostikgerät für die Erzeugung von Schichtbildern eines Aufnahmeobjekts mit einer Lager-
5 statt, mit einer Meßanordnung zur Durchstrahlung des Aufnahmeobjekts aus verschiedenen Richtungen, bestehend aus einer Strahlenquelle, welche ein die zu untersuchende Schicht durchdringendes Strahlenbündel aussendet, dessen Abmessung senkrecht zur Schichtebene gleich
10 der Schichtstärke ist und einem Strahlenempfänger, welcher der gemessenen Strahlungsintensität entsprechende elektrische Ausgangssignale liefert und mit einem am Strahlenempfänger angeschlossenen Rechner zur Berechnung der Schwächungswerte bestimmter Bildpunkte der
15 durchstrahlten Körperschicht aus den Ausgangssignalen des Strahlenempfängers, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Drehachse (10, 29) des Strahlenbündels (6, 33) sich mit der Längsrichtung der Lagerstatt (2, 30) schneidet, insbesondere senkrecht
20 dazu angeordnet ist, derart, daß der abgetastete Schichtbereich (7, 34), in dem das Aufnahmeobjekt (1) liegt, ausschließlich von Strahlen durchsetzt wird, bei denen jeder Strahlenweg auf seiner ganzen Länge im Objekt von einer Vielzahl anderer Strahlenwege gekreuzt
25 wird und der von jedem Objektpunkt aus gesehene Winkelbereich für die Abtaststrahlen kleiner als π sein darf.

2. Strahlendiagnostikgerät nach Anspruch 1, d a -
30 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Winkelbereich zwischen π und $1/2 \pi$ liegt.

3. Strahlendiagnostikgerät nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
35 Drehachse (10) des Strahlenbündels (6) außerhalb des

030008/0315

vom Strahlenbündel (6) überstrichenen, genutzten Bereiches liegt.

4. Strahlendiagnostikgerät nach Anspruch 3, da -
5 durch gekennzeichnet, daß die
Meßanordnung (4, 5) auf einem Drehkranz (8) angeordnet
ist, der auf einem Sockel (9, 12) außer um die senk-
recht zur Längsrichtung der Lagerstatt (2) liegende
Drehachse (10) zur Einstellung der Lage des abgeta-
10 steten Schichtbereichs (7) auch um eine horizontale
Drehachse (11) drehbar ist und daß die Lagerstatt (2)
auf einem zweiten Sockel (3) höhenverstellbar gelagert
ist.

15 5. Strahlendiagnostikgerät nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Strahlenquelle (23) und der Strahlenempfänger (24)
an je einem Ausleger (21, 22) befestigt ist, die die
Lagerstatt (30) umgreifen, und daß der Strahlenquelle
20 (23) eine Blende (35) zugeordnet ist, die während
eines Abtastvorganges so bewegt wird, daß die Rand-
strahlen der zur Bildberechnung dienenden Strahlen des
in der zu untersuchenden Schicht (34) fächerförmigen
Strahlenbündels (33) immer tangential zu zwei konvexen
25 Kurven, vorzugsweise Kreisbögen (36, 37) verlaufen, de-
ren Mittelpunkte außerhalb des vom Strahlenbündel (33)
überstrichenen Bereiches liegen.

6. Strahlendiagnostikgerät nach Anspruch 5, da -
30 durch gekennzeichnet, daß die
Lagerstatt (30) um eine vertikale Achse (32) schwenk-
bar ist, so daß sie in eine Lage gebracht werden kann,
in der die Drehachse (29) des Strahlenbündels (33)
parallel zur Längsrichtung der Lagerstatt (30) liegt
35 oder mit dieser zusammenfällt.

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 78 P 5084 BRD

5 Strahlendiagnostikgerät für die Erzeugung von Schicht-
bildern

Die Erfindung betrifft ein Strahlendiagnostikgerät für
die Erzeugung von Schichtbildern eines Aufnahmeobjekts
10 mit einer Lagerstatt, mit einer Meßanordnung zur
Durchstrahlung des Aufnahmeobjekts aus verschiedenen
Richtungen, bestehend aus einer Strahlenquelle, welche
ein die zu untersuchende Schicht durchdringendes Strah-
lenbündel aussendet, dessen Abmessung senkrecht zur
15 Schichtebene gleich der Schichtstärke ist und einem
Strahlenempfänger, welcher der gemessenen Strahlen-
intensität entsprechende elektrische Ausgangssignale
liefert und mit einem am Strahlenempfänger angeschlos-
senen Rechner zur Berechnung der Schwächungswerte be-
20 stimmter Bildpunkte der durchstrahlten Körperschicht
aus den Ausgangssignalen des Strahlenempfängers.

Es sind Strahlendiagnostikgeräte dieser Art, sog. Com-
puter-Tomographen, bekannt, bei denen die Meßanordnung
25 um eine Achse drehbar ist, die in der Längsrichtung der

Tp 5 Ler / 17.7.1978

030008/0315

Lagerstatt liegt. Die Röntgenstrahlenquelle erzeugt dabei ein fächerförmiges Röntgenstrahlenbündel, das von einer Reihe von Detektoren, die den Strahlenempfänger bilden, empfangen wird. Wird die Meßanordnung, deren
5 Röntgenstrahlenquelle auf der einen und deren Strahlenempfänger auf der anderen Seite der Lagerstatt liegt, um das auf der Lagerstatt liegende Aufnahmeobjekt gedreht, so ist es möglich, aus den dabei erzeugten Ausgangssignalen des Strahlenempfängers die Schwächungswerte vorbestimmter Punkte der untersuchten Schicht
10 des Aufnahmeobjekts zu berechnen und bildlich wiederzugeben. Mit den bekannten Strahlendiagnostikgeräten der eingangs genannten Art ist es aufgrund der Lage der Drehachse der Meßanordnung nur möglich, Schichtbilder
15 von Schichten des Aufnahmeobjekts zu erzeugen, die quer zur Längsachse des Aufnahmeobjekts und der Längsrichtung der Lagerstatt liegen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Computer-Tomographen so auszubilden, daß mit ihm Bilder von Schichten erzeugt werden können, die in der Längsrichtung des Aufnahmeobjekts und damit der Lagerstatt
20 liegen.

25 Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Drehachse des Strahlenbündels sich mit der Längsrichtung der Lagerstatt schneidet, insbesondere senkrecht dazu angeordnet ist, derart, daß der abgetastete Schichtbereich, in dem das Aufnahmeobjekt liegt, ausschließlich von Strahlen durchsetzt wird, bei denen
30 jeder Strahlenweg über seine ganze Länge im Objekt von vielen anderen Strahlenwegen gekreuzt wird und der von jedem Objektpunkt aus gesehene Winkelbereich für die Abtaststrahlen kleiner als π sein darf. Die Erfindung geht davon aus, daß mit einem Schichtgerät der
35

eingangs genannten Art eine rechnerische Bildrekonstruktion möglich ist, wenn der abgetastete Schichtbereich unbekannter Strahlenschwächung ausschließlich von Strahlen durchsetzt wird, bei denen jeder Strahlenweg auf seiner ganzen Länge von vielen anderen Strahlenwegen gekreuzt wird, und daß es möglich ist, durch geeignete Anordnung der Drehachse der Meßanordnung auch bei Schichtaufnahmen, bei denen die untersuchte Schicht in der Längsrichtung der Patientenlagerstatt liegt, diese Forderung zu erfüllen.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Meßanordnung auf einem Drehkranz angeordnet ist, der auf einem Sockel außer um die senkrecht zur Längsrichtung der Lagerstatt liegende Drehachse zur Einstellung der Lage der abgetasteten Schicht auch um eine horizontale Drehachse drehbar ist und daß die Lagerstatt auf einem zweiten Sockel höhenverstellbar gelagert ist. Bei dieser Ausgestaltung ist es möglich, Schichten des Aufnahmeobjekts zu untersuchen, die in der Längsrichtung der Lagerstatt liegen und einen beliebigen Winkel zu der Lagerstatt sowie einen beliebigen Abstand von ihr haben.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Strahlenquelle und der Strahlenempfänger an je einem Ausleger befestigt sind, die die Lagerstatt umgreifen, und daß der Strahlenquelle eine Blende zugeordnet ist, die während eines Abtastvorganges so bewegt wird, daß die Randstrahlen der zur Bildberechnung dienenden Strahlen des in der zu untersuchenden Schicht fächerförmigen Strahlenbündels immer tangential zu zwei konvexen Kurven, vorzugsweise Kreisbögen, verlaufen, deren Mittelpunkte außerhalb des vom Röntgenstrahlenbündel überstrichenen Bereiches liegen. Bei dieser

Ausgestaltung können ausgedehnte Längsschichten in dem zu untersuchenden Körper dargestellt werden. Wird die Lagerstatt um eine vertikale Achse schwenkbar angeordnet, so daß sie in eine Lage gebracht werden kann, in der die Drehachse des Strahlenbündels parallel zur Längsrichtung der Lagerstatt liegt oder mit dieser zusammenfällt, so können mit einem solchen Gerät auch übliche Computer-Tomogramme von Schichten angefertigt werden, die quer durch das Aufnahmeobjekt verlaufen.

10

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

15

Fig. 1 eine Ansicht eines Strahlendiagnostikgerätes nach der Erfindung von oben,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Strahlendiagnostikgerätes gemäß Figur 1,

20

Fig. 3 bis 5 verschiedene Ansichten einer anderen Ausführungsform eines Strahlendiagnostikgerätes nach der Erfindung, und

25

Fig. 6 bis 8 schematische Darstellungen zur Erläuterung der Wirkungsweise des Gerätes gemäß den Figuren 3 bis 5.

In den Figuren 1 und 2 ist ein Patient 1 dargestellt, der auf einer Lagerstatt 2 liegt. Die Lagerstatt 2 ist auf einem Sockel 3 höhenverstellbar und längsverschiebbar gelagert. Zur Untersuchung des Patienten 1, und zwar bei dem Beispiel des Kopfes, ist eine Meßanordnung mit einer Röntgenstrahlenquelle 4 und einem Strahlenempfänger 5 vorgesehen. Der Strahlenempfänger 5

35

besteht aus einer Reihe einzelner Detektoren, beispielsweise größenordnungsmäßig aus über 100 Detektoren, die von einem fächerförmigen Röntgenstrahlenbündel 6 getroffen werden. Das Röntgenstrahlenbündel 6 ist in seiner Abmessung senkrecht zur untersuchten Schicht 7 des Patienten 1 gleich der Schichtstärke. Die Meßanordnung 4, 5 ist auf einem Drehkranz 8 befestigt, der auf einem Träger 9 um eine Achse 10 mittels eines Motors 10a drehbar ist. Der Träger 9 ist seinerseits um eine horizontale Achse 11 drehbar mit einem Fuß 12 verbunden. Für die Drehung des Trägers 9 ist ein Motor 13 vorgesehen.

Aus der Figur 1 geht hervor, daß die Meßanordnung 4, 5 durch Drehung des Drehkranzes 8 um die Achse 10 aus ihrer gezeichneten Ausgangsstellung in eine Endstellung gebracht werden kann, die für die Röntgenstrahlenquelle mit 4' und für den Strahlenempfänger mit 5' bezeichnet ist. Der eine Begrenzungsstrahl 14 des Röntgenstrahlenbündels 6 wälzt sich dabei auf einem Kreisbogen 15 und der andere Begrenzungsstrahl 16 auf einem Kreisbogen 17 ab. Die Drehachse 10 ist in bezug auf die Lagerstatt 2 mit dem Patienten 1 so gelegt, daß der schraffiert gezeichnete Kopfbereich des Patienten 1, also der zu untersuchende Schichtbereich 7 unbekannter Strahlenschwächung, ausschließlich von Strahlen durchsetzt wird, bei denen jeder Strahlenweg im Patienten 1 auf seiner ganzen Länge von einer Vielzahl anderer Strahlenwege während der Drehung des Drehkranzes 8 gekreuzt wird. Der von jedem Objektpunkt aus gesehene Winkelbereich, um den die Röntgenstrahlenquelle 4 bewegt wird, darf wesentlich kleiner als π sein, er liegt vorzugsweise zwischen π und $1/2 \pi$. Diese Forderung ist dann erfüllt, wenn der Kreisbogen 17 außerhalb des Kopfes des Patienten 1 liegt. Während

eines Abtastvorgangs, d.h. während der Bewegung der Meßanordnung 4, 5 bis in die durch die Zeichen 4', 5' festgelegte Endlage kann die Röntgenstrahlenquelle 4, die von einem Röntgengenerator 18 gespeist wird, in periodischen Intervallen gepulst werden. Dadurch erhält man vom Strahlenempfänger 5 eine der Pulszahl entsprechende Anzahl von Gruppen von Ausgangssignalen, die einem Rechner 19 zugeführt werden. Der Rechner 19 ist aufgrund der Tatsache, daß jeder Strahlenweg in dem Schichtbereich 7 auf seiner ganzen Länge von einer Vielzahl anderer Strahlenwege gekreuzt wird, in der Lage, aus den Ausgangssignalen des Strahlenempfängers 5 die Strahlenschwächungskoeffizienten vorbestimmter Punkte im Schichtbereich 7 zu berechnen. Dadurch ist es möglich, durch entsprechende Steuerung eines Sichtgerätes 20 ein Bild des Schichtbereichs 7 nach der Abtastung wiederzugeben.

In der gezeichneten Lage des Drehkranzes 8 mit der Meßanordnung 4, 5 wird eine Schicht, nämlich der Schichtbereich 7, abgetastet, die etwa parallel zur Lagerstatt 2 liegt. Durch Drehung des Drehkranzes 8 um die horizontale Achse 11 ist es möglich, auch Schichten zu untersuchen, deren Ebenen sich mit der Ebene der Lagerstatt 2 schneiden. Aufgrund der Höhenverstellbarkeit der Lagerstatt 2 können die untersuchten Schichten jeweils beliebige Höhenlage haben.

Bei dem Ausführungsbeispiel liegt der untersuchte Schichtbereich 7 zwischen den beiden Kreisbögen 15 und 17. Wichtig ist, daß der Kreisbogen 17 außerhalb des untersuchten Schichtbereichs, also des Schädels des Patienten 1 verläuft, denn nur in dem Fall ist die Forderung erfüllt, daß in der Schicht unbekannter Strahlenschwächung jeder Strahlenweg auf seiner ganzen

Länge im Untersuchungsobjekt von einer Vielzahl anderer Strahlenwege gekreuzt wird. In dem Fall, in dem der Kreisbogen 17 durch den Kopf des Patienten verlaufen würde, würde der Schichtbereich außerhalb des Kreisbogens 17 von Strahlenwegen durchsetzt werden, die
5 keine Kreuzungspunkte im obigen Sinne haben. Es wäre also in diesem Fall keine Rekonstruktion eines Bildes des Schichtbereichs 7 möglich.

10 Das Gerät gemäß den Figuren 3 bis 5 weist zwei Ausleger 21 und 22 auf. Am Ausleger 21 ist eine Röntgenröhre 23 und am Ausleger 22 ein Strahlenempfänger 24 befestigt, welcher ebenfalls aus einer Reihe einzelner Detektoren besteht. Die Ausleger 21 und 22, die die Lagerstatt 30
15 umgreifen, sind über Arme 25, 26 mit einer Hohlwelle 27 verbunden, die an einem Sockel 28 um eine Achse 29 drehbar gelagert ist. Die Lagerstatt 30 für die Patienten 1 ist auf einem Träger 31 allseitig verschiebbar angeordnet. Der Träger 31 mit der Lagerstatt 30 ist
20 höhenverstellbar. Ferner kann die Lagerstatt 30 gegenüber dem Träger 31 um eine vertikale Achse 32 gedreht werden.

In der gezeichneten Stellung kann durch seitliches Verschieben der Lagerstatt 30 eine zu untersuchende Längsschicht des Patienten 1 gewählt werden. Bei dem Beispiel geht diese Längsschicht etwa durch die Symmetrieachse des Patienten 1. Wird zur Abtastung des Patienten 1 die Meßanordnung 23, 24 um die Achse 29 gemäß Figur
30 6 geschwenkt, so tastet das Röntgenstrahlenbündel 33 gemäß Figur 6 die Längsschicht 34 des Patienten 1 ab. Eine Primärstrahlenblende 35 wird bei diesem Abtastvorgang so verstellt, daß die Randstrahlen des in der zu untersuchenden Schicht fächerförmigen Strahlenbündels 33 immer tangential zu zwei Kreisbögen 36, 37
35

verlaufen, deren Mittelpunkte außerhalb des vom Röntgenstrahlenbündel 33 überstrichenen Bereichs liegen. In den beiden in der Figur 6 gezeichneten Endstellungen dieses Röntgenstrahlenbündels wird dieses auf einen
5 schmalen Strahl eingeblendet, während es in der gezeichneten Mittelstellung seine größte Breite hat. Durch diese Verstellung der Primärstrahlenblende 35 erhält man gewissermaßen ein atmendes Röntgenstrahlenbündel und die Bedingung, daß der abgetastete Schichtbereich 34 ausschließlich von Strahlenwegen durchsetzt
10 wird, bei denen jeder Strahlenweg auf seiner ganzen Länge im Objekt von einer Vielzahl anderer Strahlenwege gekreuzt wird, ist erfüllt.

15 Die Figur 7 zeigt eine Einstellung, bei der der Kopf des Patienten 1 abgebildet werden soll. Hierzu wird nur die eine Hälfte der Primärstrahlenblende 35, nämlich die Hälfte 35a, verstellt, so daß der Randstrahl 38 immer tangential zu einem Kreis 39 verläuft, der die
20 untersuchte Schicht im Kopf des Patienten 1 begrenzt.

Wird die Lagerstatt 30 um 90° aus der in den Figuren 3 bis 7 gezeichneten Stellung geschwenkt, so kann gemäß Figur 8 in bekannter Weise ein Computer-Tomogramm
25 einer Transversalschicht des Patienten 1 dargestellt werden.

Der Röntgengenerator sowie der Rechner und das Sichtgerät sind in den Figuren 3 bis 8 der Übersichtlichkeit
30 halber nicht dargestellt.

Den Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren 1 und 2 liegt die Theorie zugrunde, daß zur Abbildung einer Körperschicht mit Hilfe eines Computer-Tomographen
35 Projektionen aus einem Abtastwinkelbereich, der

kleiner als 180° ist, dann ausreichen, wenn die Abta-
stung so erfolgt, daß der Drehpunkt des Röntgenstrah-
lenbündels außerhalb dieses Röntgenstrahlenbündels
liegt. Im Rahmen der Erfindung ist es bei dem Beispiel
5 gemäß den Figuren 3 bis 8 nicht erforderlich, den
Strahlenempfänger 24 mitzubewegen. Es ist möglich,
einen Strahlenempfänger einer solchen Ausdehnung zu
verwenden, daß er immer von Röntgenstrahlung getroffen
wird und nur diejenigen Detektoren des Strahlenempfän-
10 gers zu benutzen, die das Röntgenstrahlenbündel je-
weils erfassen. Ferner ist es denkbar, die Röntgenröh-
re auch linear zu verschieben oder auf eine mechani-
sche Bewegung der Röntgenröhre zu verzichten, wenn eine
Röntgenröhre benutzt wird, bei der eine elektronische
15 Bewegung des Röntgenstrahlenbündels im Sinne einer
Drehung seines Zentralstrahls möglich ist.

Im Rahmen der Erfindung ist es möglich, zur Abbildung
von Schichten, die schräg zur Längsrichtung des Pati-
20 enten liegen, die Drehachse des Röntgenstrahlenbündels
unter einem von 90° abweichenden Winkel zu dieser
Längsrichtung anzuordnen, wobei sie auch dabei diese
Längsrichtung, insbesondere die Patienten-Längsachse,
schneidet.

25

30

35

ZusammenfassungStrahlendiagnostikgerät für die Erzeugung von Schicht-
bildern

5

Strahlendiagnostikgerät für die Erzeugung von Schicht-
bildern eines Aufnahmeobjekts (1) mit einer Lagerstatt
(30) und mit einer drehbaren Meßanordnung (23, 24),
bestehend aus einer Strahlenquelle (23), welche ein
10 den zu untersuchenden Schichtbereich (34) durchdrin-
gendes Strahlenbündel (33) aussendet, dessen Abmessung
senkrecht zur Schichtebene gleich der Schichtstärke
ist, und einem Strahlenempfänger (24) welcher der ge-
messenen Strahlungsintensität entsprechende elektri-
15 sche Ausgangssignale liefert. Die Meßanordnung (23, 24)
wird im Sinne einer Abtastung des Aufnahmeobjekts (1)
aus verschiedenen Richtungen bewegt. Ein Rechner be-
rechnet aus den Ausgangssignalen des Strahlenempfän-
gers (24) die Absorptionswerte bestimmter Bildpunkte
20 der durchstrahlten Schicht. Die Drehachse (29) der
Meßanordnung (23, 24) liegt senkrecht zur Längsrich-
tung der Lagerstatt (30), so daß der abgetastete
Schichtbereich (34), in dem das Aufnahmeobjekt (1)
liegt, ausschließlich von Strahlen durchsetzt wird,
25 bei denen jeder Strahlenweg auf seiner ganzen Länge
im Objekt von einer Vielzahl anderer Strahlenwege ge-
kreuzt wird (Fig. 6).

30

35

- 13 -
Leerseite

Nummer: 28 34 934
Int. Cl. 2: A 61 B 6/00
Anmeldetag: 9. August 1978
Offenlegungstag: 21. Februar 1980

-15-
2834934

78 P 5084

1/2

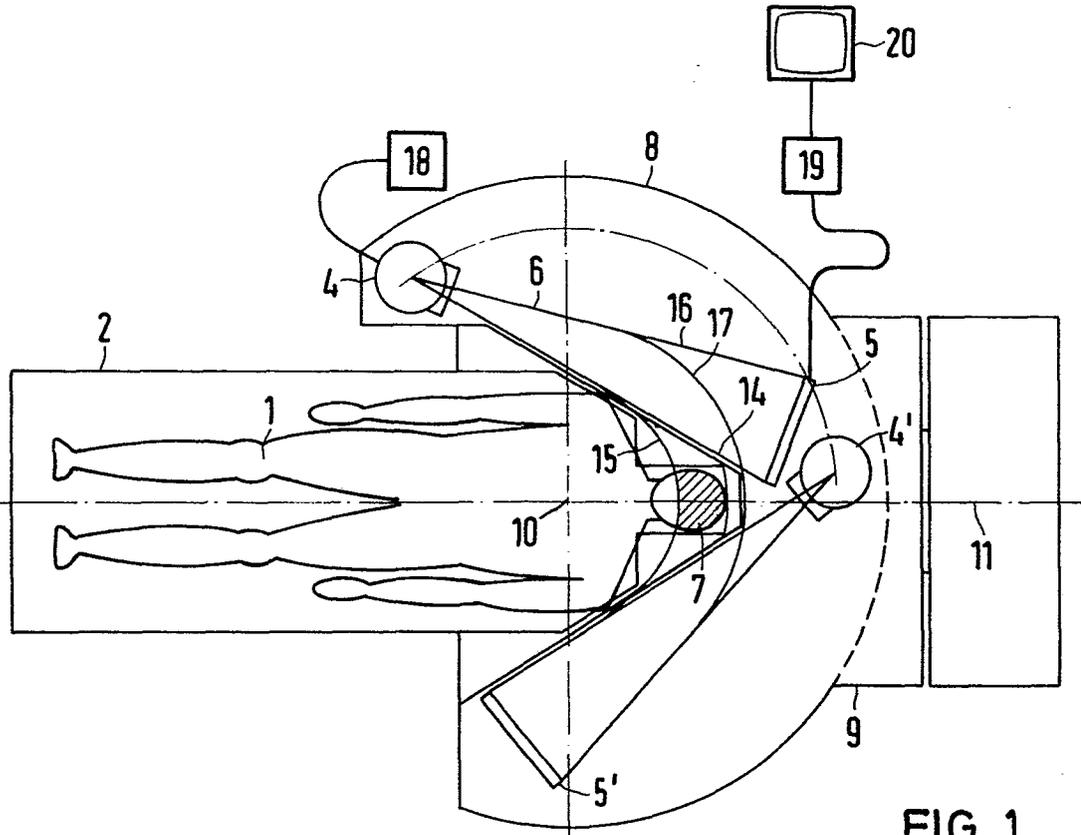


FIG 1

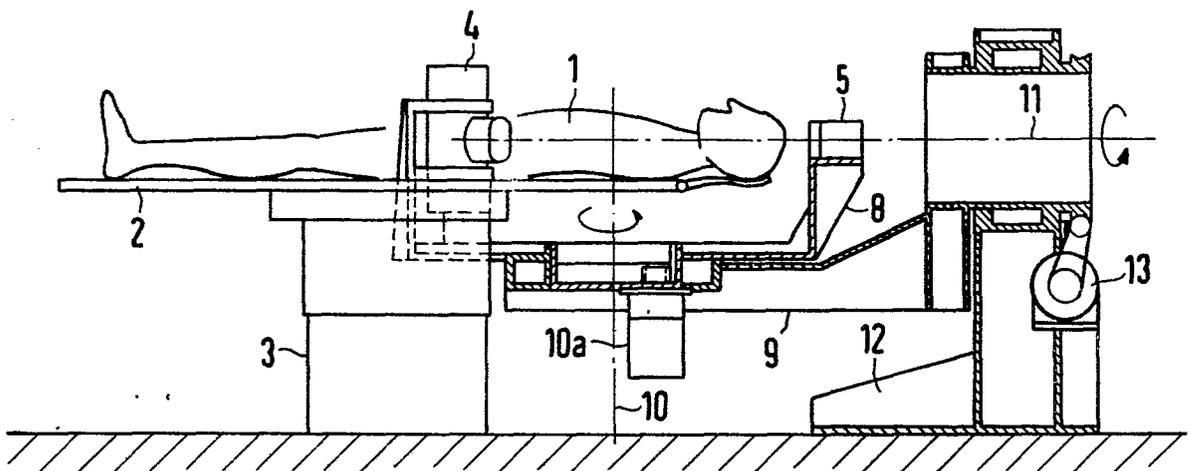


FIG 2

030008/0315

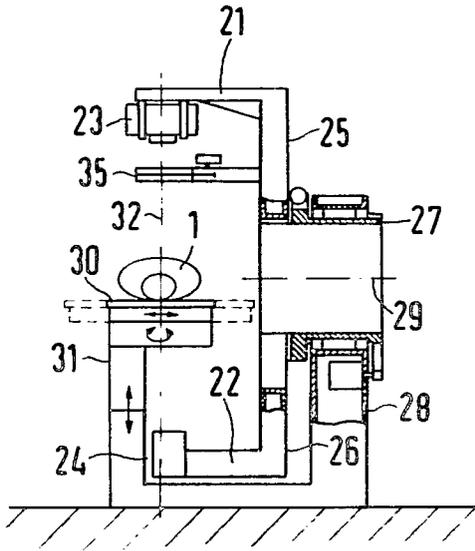


FIG 3

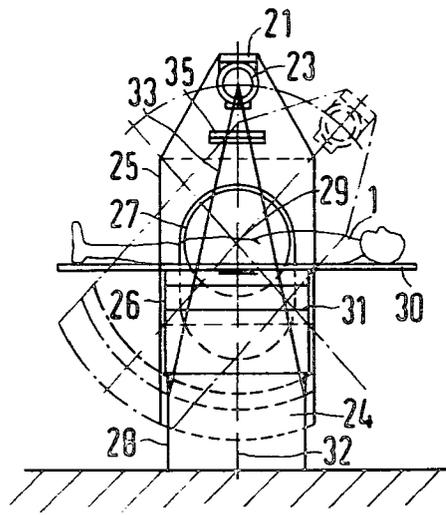


FIG 4

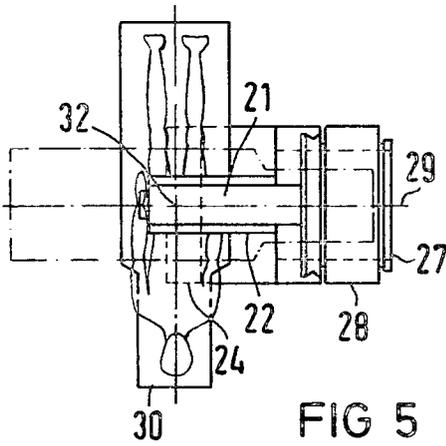


FIG 5

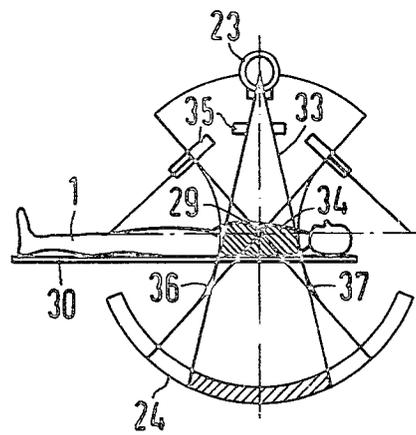


FIG 6

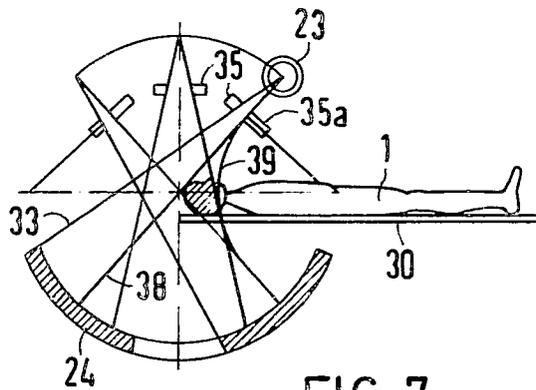


FIG 7

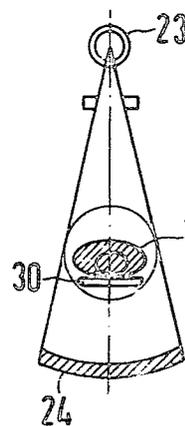


FIG 8