
Octroiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8002716**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Röntgenapparaat voor het bepalen van de absorptieverdeling in een vlak onderzoekgebied.**
- ⑤1 Int.Cl³.: A61B6/00, G21K3/00.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. R.A. Bijl c.s.
Internationaal Octroibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

3

-
- ⑳1 Aanvraag Nr. 8002716.
- ⑳2 Ingediend 12 mei 1980.
- ⑳3 Voorrang vanaf 18 mei 1979.
- ⑳3 Land van voorrang: Bondsrepubliek Duitsland (DE).
- ⑳1 Nummer van de voorrangsaanvraag: P 2920051 .
- ⑳3 --
- ⑳1 --
- ⑳2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 20 november 1980.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

"Röntgenapparaat voor het bepalen van de absorptieverdeling in een vlak onderzoekgebied".

De uitvinding heeft betrekking op een röntgenapparaat voor het bepalen van de absorptieverdeling in een vlak, binnen een lichaam gelegen onderzoekgebied, welke inrichting is voorzien van een om een dwars op het onderzoekgebied gerichte draaiingsas draaibare röntgenbron met een
5 diafragma-inrichting voor de vorming van een platte waaivormige röntgenbundel die door een het onderzoekgebied insluitend ligplaatsgebied heengaat, waarbij tijdens een onderzoek het lichaam binnen het lig-
plaatsgebied is aangebracht, een detectorinrichting voor het meten van de
10 straling aan de tegenover de röntgenbron gelegen zijde van het ligplaats-
gebied en een met de röntgenbron verbonden verzwakkingsinrichting, die de
straling buiten het onderzoekgebied verzwakt. Het gegeven, dat de dia-
fragma-inrichting respectievelijk de verzwakkingsinrichting met de stra-
lingsbron is verbonden, betekent daarbij niet noodzakelijk, dat het om
een starre verbinding gaat. Belangrijk is alleen, dat ze samen met de
15 stralingsbron om de draaiingsas worden gedraaid.

Uit het DE-OS 26.09.925 is een inrichting van de in de aanhef genoemde soort bekend, waarbij de verzwakkingsinrichting bestaat uit twee dempingslichamen, die de door het ligplaatsgebied heengaande röntgen-
20 straling buiten het onderzoekgebied weliswaar verzwakken, maar niet hele-
maal onderdrukken, zodat ook de absorptie aan beide kanten van het onder-
zoekgebied kan worden gemeten. (Als de straling hier volledig zou worden onderdrukt, zou de absorptie in dit gebied niet kunnen worden bepaald, zodat dan de absorptieverdeling ook in het onderzoekgebied niet zou kun-
nen worden gerekonstrueerd).

25 Bij gebruik van een dergelijk apparaat is de aan de patiënt gegeven dosis belangrijk gereduceerd, terwijl de absorptieverdeling in het onderzoekgebied, - het cirkelvormige gebied, dat vanuit alle rich-
tingen door onverzwakte röntgenstraling wordt doorstraald -, volledig gerekonstrueerd wordt.

30 Een nadeel van de bekende inrichting is, dat de door de dempingslichaam verzwakte straling ten opzichte van de door het onderzoekgebied heengaande niet verzwakte straling harder geworden is (dat wil zeggen dat in het geëmitteerde röntgenspektrum de spektrale delen met


8002716



grote golflengte meer worden verzwakt dan de spektrale delen met kleinere golflengte), hetgeen voor een nauwkeurige bepaling van de absorptieverdeling in het onderzoekgebied een extra correctie noodzakelijk maakt. Een verder nadeel is, dat detektorelementen, die de door het dempingslichaam verzwakte straling op-
5 vangen, ook de in het onderzoekgebied opgewekte strooistraling meten, waarbij de door een detektorelement gemeten strooistraling ongeveer even groot als de door dit detektorelement gemeten, door het dempingslichaam heengaan-
de, gedempte nuttige straling kan zijn. Daardoor ontstaan bij de rekonstruktie van de absorptieverdeling buiten het onderzoekgebied grote fouten, die ook hun uit-
10 werking hebben op de nauwkeurigheid van de rekonstruktie van de absorptieverdeling binnen het onderzoekgebied. De hierdoor veroorzaakte onnauwkeurigheden kunnen niet worden gecorrigeerd, omdat de grootte van het strooistralingsge-
deelte niet kan worden gemeten.

Het doel van de uitvinding is, een röntgenapparaat van de in de aan-
15 hef genoemde soort te verschaffen, waarin de beschreven ophardingseffekten niet optreden en waarin de invloed van de strooistraling meettechnisch kan worden bepaald. Een eerste röntgenapparaat heeft daartoe volgens de uitvinding als kenmerk, dat de verzwakkingsinrichting is voorzien van één of meer röntgen-
straling onderscheppende absorberstukken met dwars op de draaiingsas gerichte
20 randen, die door een aandrijfinrichting synchroon met de draaibeweging van de röntgenbron zo evenwijdig aan de draaiingsas en oscillerend kunnen worden be-
wogen, dat een deel van de detectorinrichting dat straling buiten het onder-
zoekgebied meet in één bewegingsfase van de absorberstukken door deze volledig
afgeschermd wordt en in een andere bewegingsfase gedeeltelijk wordt getroffen
25 door straling. Een tweede röntgenapparaat heeft daartoe volgens de uitvinding als kenmerk, dat de verzwakkingsinrichting is voorzien van één of meer röntgen-
straling onderscheppende absorberstukken met dwars op de draaiingsas gerichte
randen, waarbij de röntgenbron een röntgenbuis is met een anode en een kathode
voor opwekking van een elektronenbundel die de anode treft op een plaats die
30 het fokus van de röntgenbundel vormt, welk fokus met behulp van een de elektro-
nenbundel beïnvloedende afbuiginrichting zo evenwijdig aan de draaiingsas en
oscillerend wordt heen en weer bewogen, dat een deel van de detectorinrichting
dat de straling buiten het onderzoekgebied meet in een bewegingsfase van het
fokus door de absorberstukken wordt afgeschermd en in een andere bewegingsfase
35 gedeeltelijk wordt getroffen door straling.

Beide oplossingen hebben gemeenschappelijk, dat het effectieve meetvlak van de detektorelementen, die de straling buiten het onderzoekgebied bepalen, alleen voor een klein, voortdurend veranderend gedeelte door onver-



800 27 16

zwakte straling wordt getroffen. In beide gevallen vindt dus tussen verzwakkingsinrichting en het fokus van de röntgenbundel een relatieve beweging in de richting parallel met de draaiingsas plaats, waarbij in het eerste geval de verzwakkingsinrichting en in het tweede geval het fokus wordt verplaatst. De grootte van het door straling getroffen meetvlak is daarbij een variërende fraktie van het totale meetvlak van elk detektorelement, terwijl het lichaam wordt bestraald met een intensiteit die daarbij overeenkomstig varieert, waarbij de gemiddelde stralingsdosis slechts een fraktie is van de stralingsdosis in het onderzoekgebied. Het lichaam van de patiënt wordt buiten het onderzoekgebied met een verminderde dosis doorstraald, echter worden de bij het bekende röntgenapparaat optredende beschreven ophardingseffekten vermeden, omdat het doorgelaten deel van de waaiervormige stralingsbundel onverzwakt is en daardoor hetzelfde spektrum vertoont als het deel, dat door het onderzoekgebied heengaat.

In die fasen van de beweging van de absorberstukken respectievelijk van het fokus van een röntgenbundel, waarin de straling buiten het onderzoekgebied opnemende detektorelementen volledig zijn afgeschermd, leveren de detektorelementen nochtans van 0 verschillende meetwaarden. De oorzaak daarvan is de strooi-straling, die in het in het ligplaatsgebied opgestelde lichaam van de te onderzoeken patiënt door de invallende straling wordt opgewekt. Deze strooi-stralingsmeetwaarden kunnen bij de daarop volgende rekonstruktie van de absorptieverdeling worden gebruikt voor het onderdrukken van de strooi-stralingsinvloed. Deze worden dan van de meetwaarden afgetrokken, die telkens door dezelfde detektorelementen in een fase worden geleverd, waarin deze detektorelementen door het absorberstuk respectievelijk de absorberstukken niet volledig worden afgeschermd. De correctie is alleen dan nauwkeurig, als de strooi-straling tijdens beide metingen ongeveer even groot is. Deze veronderstelling wordt vervuld, als de stralingsbron in de tijd tussen de beide metingen slechts over een relatief kleine hoek is gedraaid, en dit betekent, dat de periode van de oscillerende beweging van het absorberstuk respectievelijk van het fokus van de röntgenbundel dan in vergelijking tot de periode van de draaiingsbeweging van de röntgenstralingsbron klein moet zijn (dit is de tijd, die de röntgenstraler nodig heeft voor een volledige omloop, over 360° , rond het ligplaatsgebied). Bij de rekonstruktie van de absorptieverdeling aan de hand van de met een apparaat volgens de uitvinding verkregen meetwaarden moet in aanmerking worden genomen, dat de intensiteit van de in het ligplaatsgebied heengaan-
de, het onderzoekgebied niet doorstralende straling niet konstant is, maar in de tijd overeenkomstig de positie van de kanten van de absorberstukken respec-

tievelijk van het fokus varieert. Als de verplaatsing van de absorberstukken respectievelijk van het fokus synchroon met de draaibeweging van de stralingsbron geschiedt, behoort bij elke hoekpositie van de stralingsbron een gedefinieerde positie van de absorberstukken respectievelijk van het fokus, zodat in
5 elke hoekpositie van de stralingsbron het door straling getroffen deel van de meetvlakken van de door de verzwakkingsinrichting min of meer afgeschermd de-
tektorelementen en daarmee de intensiteiten de straling kunnen worden bepaald.

De beweging hoeft niet noodzakelijk synchroon te zijn. Bijvoorbeeld zou een asynchrone beweging toegestaan zijn, als bijvoorbeeld een referentie-
10 detektor aanwezig zou zijn, die de momentane röntgenintensiteit zou meten.

Een eenvoudige uitvoeringsvorm van een röntgenapparaat volgens de uitvinding heeft als kenmerk, dat de verzwakkingsinrichting is voorzien van één of meer röntgenstraling onderscheppende absorberstukken met dwars op de draaiingsas gerichte randen, waarbij de röntgenbron een röntgenbuis is met een
15 anode en een kathode voor opwekking van een elektronenbundel die de anode treft op een plaats die het fokus van de röntgenbundel vormt, welk fokus met behulp van een de elektronenbundel beïnvloedende afbuiginrichting zo evenwijdig aan de draaiingsas en oscillerend wordt heen en weer bewogen, dat een deel van de
20 detektorinrichting dat de straling buiten het onderzoekgebied meet in een bewegingsfase van het fokus door de absorberstukken wordt afgeschermd en in een andere bewegingsfase gedeeltelijk wordt getroffen door straling. In dit geval kunnen de absorberstukken direkt met een aandrijfmotor met een konstant toeren-
tal zijn gekoppeld.

De uitvinding wordt onderstaand bij wijze van voorbeeld aan de hand
25 van de tekening nader toegelicht.

Hierin toont:

Fig. 1 een röntgenapparaat volgens de uitvinding,

Fig. 2 een op het onderzoeksvlak loodrecht staande doorsnede door een dergelijk apparaat,

30 Fig. 3 een blokschakeling van een inrichting voor het bepalen van de absorptieverdeling uit de met een apparaat volgens Fig. 1 verkregen meetwaarden,

Fig. 4 een gedeeltelijk aanzicht van een andere uitvoeringsvorm,

Fig. 5 een doorsnede in een op het onderzoeksvlak loodrecht staand vlak door deze uitvoeringsvorm en

35 Fig. 6 een uitvoeringsvorm, waarbij de positie van het fokus in de richting parallel met de draaiingsas van de röntgenbuis gewijzigd kan worden.

Fig. 1 toont schematisch een doorsnede van een röntgenapparaat volgens de uitvinding, waarbij het vlak van de tekening parallel verloopt

met het onderzoekvlak. Het apparaat omvat een frame 9, waarin een ringvormige drager 8 op rollen 95 om een as 2, die tegelijkertijd de symmetrie-as ervan is, draaibaar is opgesteld. Op de ringvormige drager 8 is een röntgenbuis 5 bevestigd en, er tegenover liggend, een detektorinrichting 6, die uit vele afzonderlijke op een cirkelboog geplaatste detektorelementen bestaat. Vóór de detektorinrichting 6 bevindt zich een stroomstralingsraster 65. De detektorelementen respectievelijk de middelpunten ervan enerzijds en de röntgenbuis 5 anderzijds bevinden zich in een gemeenschappelijk, dwars op de draaiingsas 2 gericht vlak.

10 In de nabijheid van de röntgenbron 5 is een diafragma-inrichting 66 opgesteld, die van de door de röntgenbron geëmitteerde straling een waaivormige stralingsbundel doorlaat, waarvan de randstralen 74 en 75 door de buitenste elementen van de detektorinrichting 6 worden opgevangen en die aan een ten opzichte van de draaiingsas 2 concentrisch lig-
15 plaatsgebied 1 raken. Het ligplaatsgebied 1 is identiek met de cirkelvormige opening van de drager 8. Het lichaam van de patiënt 3 bevindt zich bij een onderzoek, op een onderzoekstafel binnen dit ligplaatsgebied.

De röntgenbuis 5 wordt met pulswerking gebruikt, dat wil zeggen de buis emitteert in elke hoekpositie een korte, maar krachtige röntgenpuls, waarvan de duur klein is in vergelijking tot de tijd, die verloopt, als de ringvormige drager 8 uit een hoekpositie naar de volgende draait. Dit betekent, dat tijdens een röntgenimpuls de gehele inrichting, inclusief de absorberstukken volgens de uitvinding, als stil-
25 staand kunnen worden beschouwd.

Volgens de uitvinding bevinden er zich in de stralengang tussen de diafragma-inrichting 66 en het ligplaatsgebied 1, symmetrisch ten opzichte van de centrale straal 71 (dit is de verbindingslijn van de focus van de röntgenstralingsbron 5 met de draaiingsas 2) twee langgerekte absorberstukken 111 en 112, die de hierop aankomende straling onderscheppen. De absorberstukken 111 en 112 worden, tijdens de draaiing van de stralingsbron om de draaiingsas 2, niet verplaatst. De randstralen 72 en 73 die langs de naar elkaar toegekeerde, dwars op het vlak van de tekening gerichte kanten gaan, raken aan een ten opzichte van de draaiings-
35 as 2 concentrisch gebied 15, waarvan de straal kleiner is dan die van het ligplaatsgebied. Dit gebied, dat in het vervolg onderzoekgebied wordt genoemd, wordt in alle draaiposities van het systeem stralingsbron - detektorinrichting door onverzwakte straling getroffen. De ab-

sorptieverdeling in het onderzoekgebied 15 kan nauwkeurig worden gerekonstrueerd, als ook de absorptieverdeling buiten het onderzoekgebied 15, echter binnen het ligplaatsgebied 1, tenminste bij benadering bekend is.

De absorberstukken 111 en 112 zijn in de richting parallel met
5 de draaiingsas, dat wil zeggen loodrecht op het vlak van de tekening, zo geplaatst en gedimensioneerd dat een deel van de door de röntgenstralingsbron 5 geëmitteerde straling tussen de randstralen 74 en 72 respectievelijk 73 en 75 voorbij de met het vlak van de tekening parallel lopende (op de draaiingsas 2 loodrecht staande) kanten van de absorberstukken
10 door het ligplaatsgebied 1 heengaat en de detectorinrichting 6 bereikt. De stralingsbundel, die door het diafragma 66 wordt doorgelaten, heeft namelijk een dikte van enkele millimeters (dientengevolge is het vlak van het onderzoekgebied respectievelijk van het ligplaatsgebied op zich ook geen vlak in rekenkundige zin, maar een vlak gebied met eindige dikte),
15 zoals in Fig. 2 schematisch is aangegeven, waar het voorste en het achterste begrenzingsvlak van de waaiervormige stralingsbundel met 700 respectievelijk 702 zijn aangeduid. In Fig. 2 is de dikte van de stralingsbundel, dat wil zeggen de afstand tussen de lijnen 700 en 702 in vergelijking tot de afstand van de diafragma-inrichting 66 en de detectorinrichting 6, voor de duidelijkheid veel te groot weergegeven; in de praktijk is de dikte van de uitgediafragmeerde stralingsbundel klein in vergelijking tot de afstand tussen diafragma-inrichting en detectorinrichting. De absorberstukken 111 en 112 strekken zich nu tussen de randstralen 72 en 74 respectievelijk 73 en 75 zo ver in de door de diafragma-inrichting 66 uitgediafragmeerde stralingsbundel uit, dat ze bijna de totale straling onderscheppen. Alleen in een gebied 701, waarvan de dikte klein is in vergelijking tot de dikte van de stralingsbundel (afstand van de lijnen 700 en 702) en bijvoorbeeld 10% van deze dikte bedraagt, kan de straling voorbij de rand van het absorberstuk 111 door het li-
25 chaam 3 heengaan en de detectorinrichting 6 bereiken.

In dit gebied bevindt zich echter een draaibaar absorberstuk 10, dat bij 101 en 102 is gelagerd en door een motor 103 om de op de draaiingsas 2 loodrecht staande lengte-as ervan kan worden gedraaid. De dwarsdoorsnede van het absorberstuk 10 komt overeen met een cirkel, waar-
35 van op tegenover elkaar liggende zijden twee even grote ongeveer 90° bedragende cirkelboogstukken door koorden zijn vervangen, zoals in Fig. 2 is weergegeven. Het absorberstuk 10 is zodanig geplaatst in het door de nieuwe absorberstukken 111 en 112 vrijgelaten deel 701 van de stralings-

bundel, dat het de straling in het gebied 701 volledig absorbeert, als de vlakke zijden ervan parallel met de draaiingsas 2 van de röntgenstralingsbron loopt en de straling in het gebied 701 volledig doorlaat, als het ten opzichte van deze toestand over 90° is gedraaid, waarbij de vlakke zijden ervan loodrecht op de draaiingsas 2 (en parallel met de stralen 700 en 702) staan.

Als de het absorberstuk 10 aandrijvende motor 103 zo is gesynchroniseerd met de draaibeweging van de straler, dat tussen twee naast elkaar liggende, voor de opname telkens van een stel meetwaarden dienende hoekposities van de stralingsbron, die bijvoorbeeld met 1° of minder uit elkaar liggen, het absorberstuk 10 over 90° wordt gedraaid, dan worden de tussen de stralen 72 en 74 en 73 en 75 liggende detektorelementen van de detektorinrichting 6 in de in Fig. 2 weergegeven positie van het absorberstuk 10 volledig afgeschermd van de directe röntgenstraling, terwijl ze in de daarop volgende hoekpositie door de in het gebied 701 aan de rand van het absorberstuk 111 voorbijgaande straling worden getroffen. Ofschoon deze detektorelementen in de ene hoekpositie niet door directe röntgenstraling kunnen worden getroffen, leveren ze een meetwaarde, die wordt veroorzaakt door de meervoudige verstrooiing van de röntgenstraling in het lichaam 3, zoals in Fig. 1 door de straal 76 is aangegeven. Omdat de stroostraling ruimtelijk slechts langzaam verandert, kan worden aangenomen, dat in de daarop volgende hoekpositie van de röntgenbron, waarin elk detektorelement nog extra door de straling in het gebied 701 wordt getroffen, het stroostralingsgedeelte voor elk detektorelement precies zo groot is als in de voorafgaande hoekpositie. Dit kan bij de rekonstruktie van de absorptieverdeling voor het verminderen van de door de stroostralingsinvloed veroorzaakte fout worden gebruikt.

In Fig. 1 is weergegeven, dat het onderzoekgebied 15 concentrisch verloopt met het ligplaatsgebied 1. Het kan echter voordelig zijn, het onderzoekgebied 15 met betrekking tot het lichaam 3 respectievelijk tot het ligplaatsgebied 1 te verplaatsen en de grootte ervan eveneens instelbaar te maken overeenkomstig de door de onderzoeker gewenste positie en grootte van dit onderzoekgebied. In dit geval voeren de randstralen 72 en 73 tijdens de draaibeweging van de stralingsbron 5 een tuimelbeweging relatief ten opzichte van de centrale straal 71 uit. Dan moeten de absorberstukken 111 en 112 onafhankelijk van elkaar loodrecht op de centrale straal 71 verplaatsbaar zijn. Hiertoe zijn ze in een geleiderail 114, die zich in deze richting uitstrekt, verplaatsbaar opgesteld en kunnen

door een aandrijfrol 115 respectievelijk 116, die met een motor is gekoppeld (Fig. 2), in de lengterichting worden verplaatst.

In Fig. 3 is een rekeninrichting voor het uitvoeren van de rekonstruktie van de absorptieverdeling in het onderzoekgebied 15 (en eventueel in het ligplaatsgebied 1) weergegeven, die de door een apparaat volgens Fig. 1 geleverde meetwaarden kan verwerken. De door de afzonderlijke detektorelementen in elke hoekpositie van de stralingsbron geleverde meetwaarden worden uit een niet nader weergegeven tussengeheugen via een lijn 200 aan een logaritmeeenheid 201 toegevoerd, die de absorptie langs de stralingsweg, waarlangs de het betreffende objekt treffende straal door het ligplaatsgebied is gegaan, door logarithmering van de quotiënt uit de achter het ligplaatsgebied door het betreffende detektorelement gemeten intensiteit van de röntgenstraling en door de primaire intensiteit, dat wil zeggen door de intensiteit vóór het binnengaan in het ligplaatsgebied bepaalt. Daarbij moet erop worden gelet, dat bij de inrichting volgens de uitvinding de primaire intensiteit niet konstant is, maar schommelt, omdat het door de diafragma-inrichting 66 doorgelaten stralingsgedeelte voortdurend afhankelijk van de draaipositie van het absorberstuk 10 wordt gevarieerd, en wel ook enigszins in het onderzoekgebied, dat wil zeggen tussen de randstralen 72 en 73. De waarden van deze primaire intensiteit moeten in kalibratiemetingen worden vastgesteld en zijn in het geheugen 205 opgeslagen, van waaruit ze aan de logaritmeeenheid 201 worden toegevoerd.

Men kan de beïnvloeding van de primaire intensiteit in het onderzoekgebied vermijden, doordat in plaats van een afzonderlijk draaibaar absorberstuk twee van dergelijke stukken worden gebruikt, die juist tot aan de randstralen 72 en 73 reiken. Dan moet echter door elektrische of mechanische inrichtingen ervoor worden gezorgd, dat deze beide absorberstukken synchroon worden bewogen. Een andere mogelijkheid, om de modulatie van de doorstraalde laagdikte door het absorberstuk 10 te vermijden, is, dit in het tussen de randstralen 72 en 73 aanwezige gebied zo in diameter te verkleinen, dat de kanten ervan in dit gebied nooit tot in de stralenbundel doorgaan (tussen de lijnen 700 en 702, Fig. 2).


Bij de in Fig. 3 weergegeven inrichting worden de meetwaarden door de detektorelementen, die zich tussen de randstralen 72 en 73 bevinden, aan de logaritmeeenheid 201 en de meetwaarden door detektorelementen, die zich tussen de randstralen 72 en 74 of 73 en 75 bevinden, aan een geheugen 211 respectievelijk aan een rekeninrichting 212 toegevoerd.

8002716

Als het onderzoekgebied concentrisch ligt ten opzichte van de draaiings-
as 2, meet een deel van de detektorelementen van de detektorinrichting
steeds alleen de straling tussen de randstralen 72 en 73 en het andere
deel de straling buiten deze randstralen. Als het onderzoekgebied 15
5 daarentegen niet concentrisch met de draaiingsas 2 is opgesteld, meet een
deel van de detektorelementen in een fase van het onderzoek de door het
onderzoekgebied heengaande straling en in een andere fase de door het lig-
plaatsgebied buiten het onderzoekgebied heengaande straling. Daarom is
een rekeninrichting 207 aangebracht, die voor elke hoekpositie van de
10 straler berekent, welke detektorelementen telkens de straling in het on-
derzoekgebied en welke detektorelementen de straling buiten het onder-
zoekgebied meten, en die de inrichtingen 201, 205, 211 en 212 dienover-
eenkomstig stuurt. Bovendien wordt door de rekeninrichting 207 een stuur-
orgaan 208 beïnvloed, dat zo op de aandrijving voor de rollen 115 en 116
15 voor het instellen van de absorberstukken 111 en 112 inwerkt, dat deze in
de tevoren berekende positie worden geplaatst.

De door detektorelementen tussen de randstralen 72 en 74 respec-
tiefelijk 73 en 75 geleverde meetwaarden, die in een hoekpositie van de
röntgenbron werden opgenomen, waarin het gebied buiten het onderzoekge-
20 bied volledig was afgeschermd (dat wil zeggen in de in Fig. 2 weergege-
ven positie van het absorberstuk 10), zijn een maat voor de strooistra-
ling. Ze worden in het tussengeheugen 211 opgeslagen. De in de daarop-
volgende hoekpositie van de röntgenbron door deze detektorelementen gele-
verde meetwaarden geven daarentegen, zoals reeds beschreven, een maat
25 voor de absorptie en het strooiingsgedeelte weer. Ze worden aan de reken-
inrichting 212 toegevoerd, die er het in 211 opgeslagen strooistralings-
deel van aftrekt, zodat de uitgangssignalen van de rekeninrichting 212
overeenkomen met de uit het strooistralingsgedeelte vrijkomende absorp-
tie van het lichaam buiten de stralen 72 en 73 (Fig. 1). Van deze waarden
30 worden in de rekeninrichting 213 de logaritmen van de verhouding tot de
uit het tussengeheugen 205 opgenomen waarden van de primaire intensiteit
bepaald en in een daarop volgende rekeneenheid 214 onderworpen aan een
afvlakking, om de invloed van de door de verminderde effectieve röntgen-
intensiteit buiten het onderzoekgebied 15 veroorzaakte ruis te reduceren.
35 Deze afvlakking heeft bijna geen invloed op de bepaling van de absorp-
tieverdeling in het onderzoekgebied 15, verbetert daarentegen de beeld-
kwaliteit van de gemeten absorptieverdeling buiten het onderzoekgebied.

De alleen het strooistralingsgedeelte vertegenwoordigende, in



8002716

het tussengeheugen 211 opgeslagen meetwaarden maken geen konklusie met be-
trekking tot de absorptie mogelijk. Voor de rekonstruktie van de absorp-
tieverdeling in het gebied buiten het onderzoekgebied zijn alleen die
meetwaarden te gebruiken, die buiten het strooistralingsgedeelte ook nog
5 een met de absorptie overeenkomend gedeelte bevatten. Er ontbreken daarom
meetwaarden voor de absorptie en deze meetwaarden worden in de rekenin-
richting 216 door interpolatie uit de door de inrichting 214 juist gele-
verde meetwaarden en uit de in het geheugen 215 opgeslagen meetwaarden be-
paald, die door hetzelfde of een ernaast liggend detektorelement werden
10 geleverd. Ze worden dan samen met de bij het onderzoekgebied behorende,
in 201 gelogarithmeerde meetwaarden in het geheugen 202 opgeborgen, waar-
na de absorptieverdeling zoals gebruikelijk in de rekeninrichting 203 be-
rekend en in een weergeefinrichting 204 weergegeven kan worden.

In Fig. 4 en 5 is een deel van een röntgenapparaat in een ande-
15 re uitvoeringsvorm weergegeven. Daarbij zijn twee absorberstukken 12 op
een tussen de diafragma-inrichting 66 en het ligplaatsgebied 1 aanwezi-
ge, loodrecht op de draaiingsas 2 staande en naast de door de diafragma-
inrichting 66 doorgelaten stralingsbundel geplaatste as 121 aangebracht.
De as 121, die bij 101 en 102 is gelagerd, wordt door een motor 103 aan-
20 gedreven, die is gesynchroniseerd met de draaibeweging van de stralings-
bron 5 respectievelijk van de ringvormige drager 8 om de as 2, zoals in
verband met Fig. 1 tot en met 3 is beschreven. De absorberstukken 12,
waartussen een gebied op de as 121 is vrijgelaten, zodat de straling in
dit door de stralen 72 en 73 gedefinieerde gebied ongehinderd kan heen-
25 gaan, hebben een soortgelijke doorsnede als het absorberstuk 10 bij de
uitvoeringsvorm van Fig. 1 respectievelijk Fig. 2. Ze kunnen bijvoor-
beeld uit een cirkelcylindervormig absorberstuk door affrezen van twee
tegenover elkaar liggende, parallel met elkaar lopende zijden zijn ver-
vaardigd. In de in Fig. 5 weergegeven positie van de absorberstukken
30 kan de door de diafragma-inrichting 66 uitgediafragmeerde stralingsbun-
del op een deel 701 van de dikte ervan voorbij de absorberstukken 12 het
lichaam 3 bereiken. Bevinden zich daarentegen de absorberstukken 12 in
een ten opzichte van Fig. 5 over 90° gedraaide positie, waarbij de bei-
de platte zijvlakken loodrecht op het onderzoekgebied staan, dan wordt
35 de stralingsbundel volledig geabsorbeerd.

Als het onderzoekgebied excentrisch ten opzichte van het lig-
plaatsgebied 1 moet liggen, moeten de absorberstukken uit de in Fig. 4
weergegeven positie gemeenschappelijk naar links of naar rechts worden

verplaatst. Hiertoe kan de inrichting op een rail 114 zijn gemonteerd, die zelf weer ten opzichte van de ringvormige drager 8 op niet nader weergegeven wijze in zijn lengterichting verplaatsbaar is.

Het is ook niet noodzakelijk, dat de beide absorberstukken door een gemeenschappelijke as zijn verbonden. Er kunnen twee gescheiden in de richting van de lengte-as onafhankelijk van elkaar verplaatsbare absorberstukken worden gebruikt, die synchroon met de draaibeweging zijn aangedreven.

In afwijking van de bovengenoemde uitvoeringsvormen kan het absorberstuk een doorsnede hebben, die twee ongeveer 120° bedragende, tegenover elkaar liggende cirkelbogen heeft, terwijl het tussenliggende, slechts ongeveer over elk 60° zich uitstrekkend gedeelte vlak gemaakt is, analoog met Fig. 5. Als dan dit absorberstuk tussen twee opeenvolgende meetcycli (naast elkaar liggende hoekposities, waarin telkens een set absorptiegegevens wordt gemeten), over 60° wordt gedraaid, bereikt slechts in elke derde meetcyclus straling het buiten liggende deel van het ligplaatsgebied 1, terwijl in de tussenliggende beide meetcycli dit gebied afgeschermd blijft. De stralingsdosis wordt daardoor nog verder gereduceerd. Hier moet wel rekening worden gehouden bij de bepaling van de absorptieverdeling met de in Fig. 3 getoonde inrichting. Als voortzetting van deze gedachte kan de doorsnede van het absorberstuk (de absorberstukken) zo zijn gevormd, dat slechts bij elke vierde of vijfde meetcyclus, of nog minder vaak, het gebied buiten het onderzoekgebied door straling wordt getroffen.

Een verdere uitvoeringsvorm van de uitvinding is in Fig. 6 schematisch weergegeven. De inrichting bevat weer een op de drager 8 bevestigde röntgenbuis 5, een diafragma-inrichting 66 en absorberstukken 111 en 112. De absorberstukken 111 en 112 zijn in een richting loodrecht op het vlak van de tekening (parallel met de niet nader weergegeven draaiingsas 2) zo gedimensioneerd en opgesteld, dat ze het gebied tussen de randstralen 72 en 74 respectievelijk 73 en 75 weliswaar volledig afschermen, maar dat de beide absorberstukken op tenminste elk van een hunner beide met het onderzoekvlak parallel lopende respectievelijk op de niet nader weergegeven draaiingsas loodrecht staande kanten de stralingsbundel juist nog volledig afschermen. Wordt het fokus van de röntgenstralingsbron 5 loodrecht op het vlak van de tekening verplaatst, dan verschuift ook de stralingsbundel, zodat dan straling op de absorberstukken 111 en 112 door het gebied tussen de randstralen 72 en 74 respectie-

8002716

velijk 73 en 75 kan heengaan. Voor de verplaatsing van het fokus is een afbuigspoel 51 aangebracht, die zo is opgesteld, dat de weg, die de elektronen binnenin de röntgenstralingsbron 5 tot aan de fokus afleggen, en de spoelas loodrecht op elkaar staan en een vlak vormen, dat dwars op de draaiingsas staat. Bij deze configuratie wordt door toevoeren van een geschikte afbuigstroom naar de spoel 51 het fokus loodrecht op het vlak van de tekening respectievelijk parallel met de draaiingsas verplaatst, waarbij de in Fig. 6 niet weergegeven, aan de andere zijde van het ligplaatsgebied 1 opgestelde detektorelementen in het gebied van de straling 72 en 74 respectievelijk 73 en 75 afwisselend volledig afgeschermd en tenminste gedeeltelijk door straling worden getroffen.

Ofschoon de uitvinding in verband met een röntgenapparaat werd beschreven, waarbij tijdens de meting het systeem stralingsbron - detectorinrichting gemeenschappelijk om de draaiingsas wordt gedraaid (zogenoemde derde computertomografie-generatie) is deze ook bij apparatuur bruikbaar, waarbij de detectorinrichting vaststaat en zich uitstrekt over een cirkelboog van bij benadering 360° om de draaiingsas 2 van de stralingsbron (vierde generatie).

20

25

30

35



CONCLUSIES:

1. Röntgenapparaat voor het bepalen van de absorptieverdeling in een vlak, binnen een lichaam gelegen onderzoekgebied, welke inrichting is voorzien van een om een dwars op het onderzoekgebied gerichte draaiingsas draaibare röntgenbron met een diafragma-inrichting voor de vorming van een platte waaivormige röntgenbundel die door een het onderzoekgebied insluitend ligplaatsgebied heengaat, waarbij tijdens een onderzoek het lichaam binnen het ligplaatsgebied is aangebracht, een detektorinrichting voor het meten van de straling aan de tegenover de röntgenbron gelegen zijde van het ligplaatsgebied en een met de röntgenbron verbonden verzwakkingsinrichting, die de straling buiten het onderzoekgebied verzwakt, met het kenmerk, dat de verzwakkingsinrichting is voorzien van één of meer röntgenstraling onderscheppende absorberstukken met dwars op de draaiingsas gerichte randen, die door een aandrijfinrichting synchroon met de draaibeweging van de röntgenbron zo evenwijdig aan de draaiingsas en oscillerend kunnen worden bewogen, dat een deel van de detektorinrichting dat straling buiten het onderzoekgebied meet in een bewegingsfase van de absorberstukken door deze volledig afgeschermd wordt en in een andere bewegingsfase gedeeltelijk wordt getroffen door straling.

2. Röntgenapparaat voor het bepalen van de absorptieverdeling in een vlak, binnen een lichaam gelegen onderzoekgebied welke inrichting is voorzien van een om een dwars op het onderzoekgebied gerichte draaiingsas draaibare röntgenbron met een diafragma-inrichting voor de vorming van een platte waaivormige röntgenbundel die door een het onderzoekgebied insluitend groter ligplaatsgebied heengaat, waarbij tijdens een onderzoek het lichaam binnen het ligplaatsgebied is aangebracht, een detektorinrichting voor het meten van de straling aan de tegenover de röntgenbron gelegen zijde van het ligplaatsgebied en een met de röntgenbron verbonden verzwakkingsinrichting, die de straling buiten het onderzoekgebied verzwakt, met het kenmerk, dat de verzwakkingsinrichting is voorzien van één of meer röntgenstraling onderscheppende absorberstukken met dwars op de draaiingsas gerichte randen, waarbij de röntgenbron een röntgenbuis is met een anode en een kathode voor opwekking van een elektronenbundel die de anode treft op een plaats die het fokus van de röntgenbundel vormt, welk fokus met behulp van een de elektronenbundel beïnvloedende afbuigingsrichting zo evenwijdig aan de draaiingsas en oscillerend wordt heen en weer bewogen, dat een deel van de detektorinrichting dat de straling buiten het onderzoekgebied meet in een bewegingsfase van het fokus door de absorberstukken wordt afgeschermd en in een andere bewegingsfase gedeel-

telijk wordt getroffen door straling.

3. Röntgenapparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de absorberstukken cilindervormige delen met van de cirkelvorm afwijkende doorsnede zijn, waarvan de assen dwars op de draaiingsas gericht zijn en
5 dat de aandrijfinrichting de absorberstukken om hun assen draait.

4. Röntgenapparaat volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de verzwakkingsinrichting verder is voorzien van, tijdens rotatie star met de röntgenbron verbonden absorberstukken met dwars op de draaiingsas ge-
10 richte absorberranden, die het deel van de detektorinrichting dat straling buiten het onderzoekgebied meet gedeeltelijk afschermen, waarbij de dan niet afgeschermd straling door roterende absorberstukken intermitterend wordt afgeschermd.

15

20

25

30

35

800 27 16

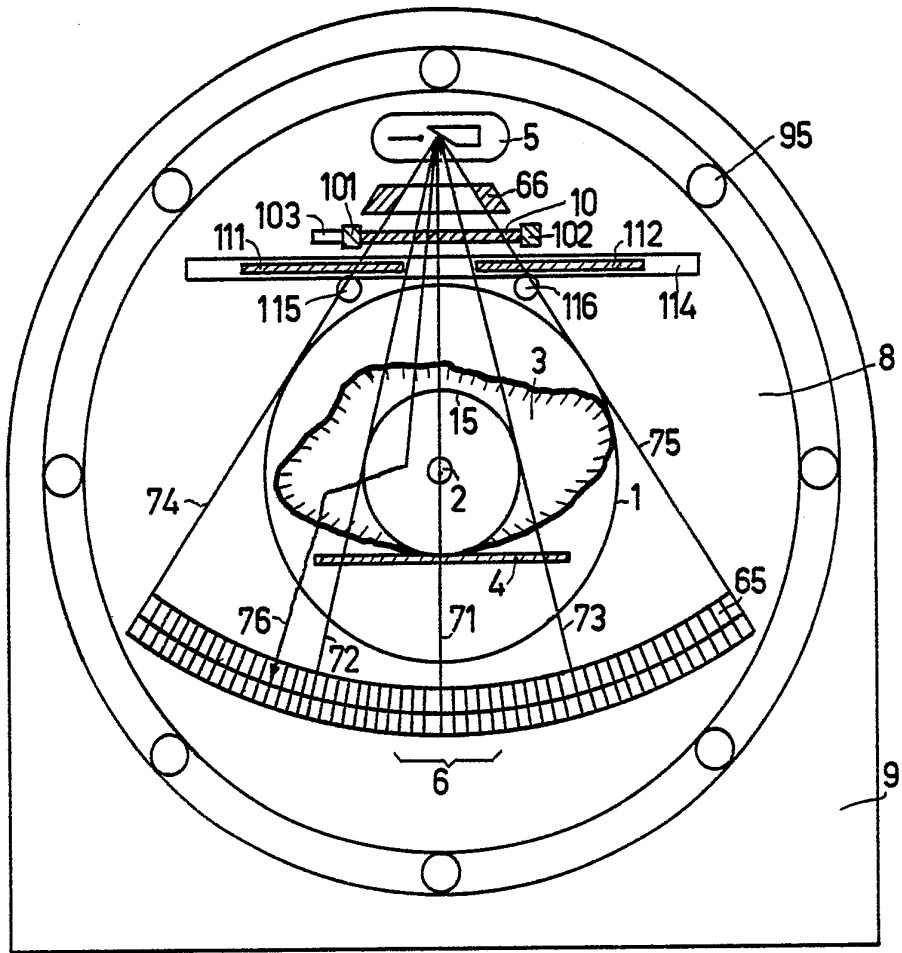


FIG. 1

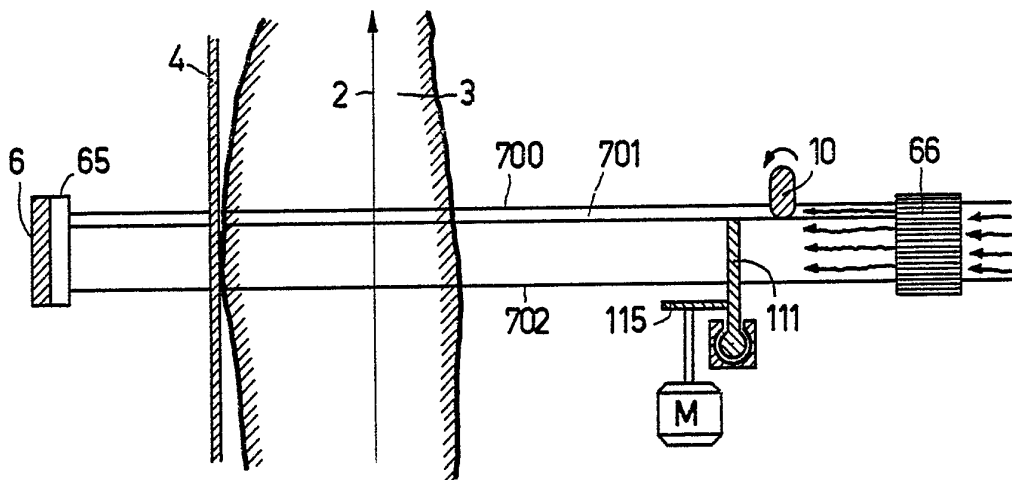


FIG. 2

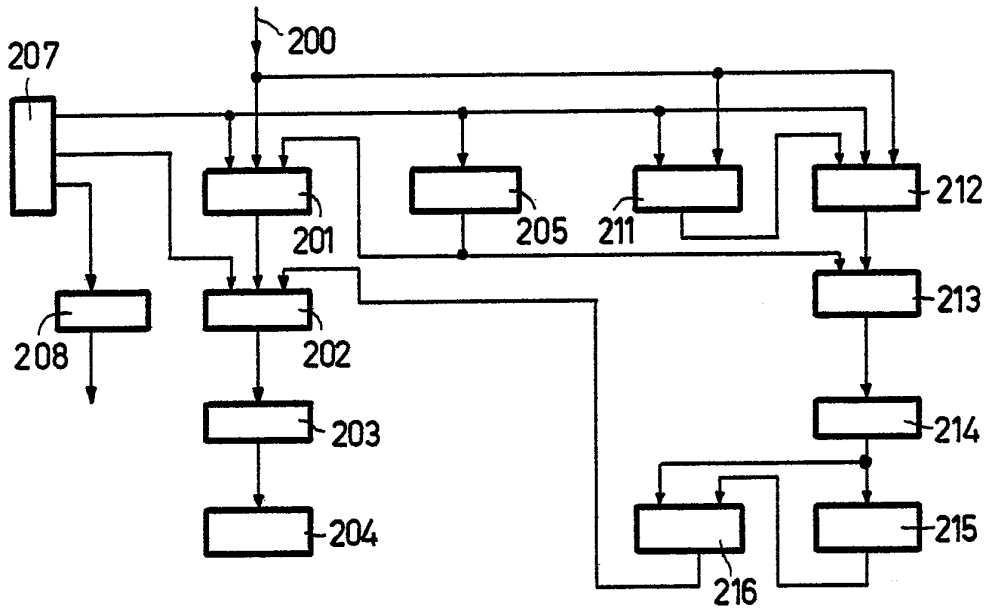


FIG. 3

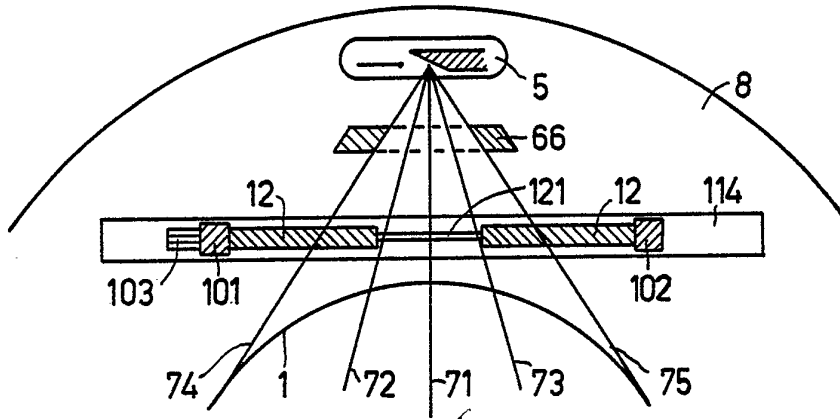


FIG. 4

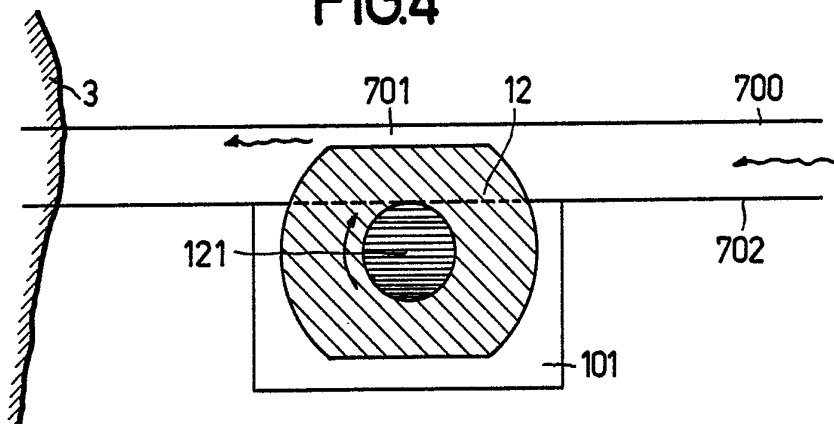


FIG. 5

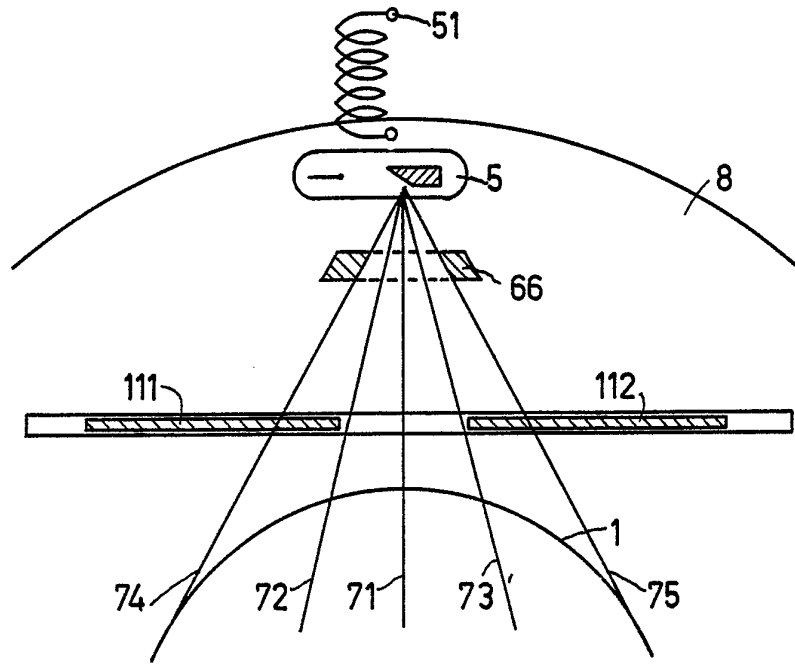


FIG.6