
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8302682**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Inrichting en werkwijze voor het onderzoeken van het lichaam van een patiënt door middel van doordringende straling.**
- ⑤1 Int.Cl.³: A61B 6/02.
- ⑦1 Aanvrager: EMI Limited te Hayes, Groot-Brittannië.
- ⑦4 Gem.: Ir. R. Hoijtink c.s.
Octrooibureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8302682.
- ②2 Ingediend 27 juli 1983.
- ③2 Voorrang vanaf 31 januari 1974, 15 januari 1975.
- ③3 Land van voorrang: Groot-Brittannië (GB).
- ③1 Nummers van de voorrangsaanvragen: 4562/74 , 4562/74 .
- ⑥2 Afsplitsing van O.A. 7501207 (ingediend 31 december 1975).

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 november 1983.

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

E.M.I. Limited te Hayes, Middlesex, Groot-Brittannië,

Inrichting en werkwijze voor het onderzoeken van het lichaam van een patiënt door middel van doordringende straling.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en inrichting voor het onderzoeken van een menselijk lichaam door middel van straling, zoals röntgen- of gammastraling.

De werkwijze en inrichting volgens de uitvinding kan worden gebruikt om te helpen bij de produktie van röntgenfoto's in elke geschikte vorm, zoals een beeld op een kathodestraalbuis of een andere beeldvormende inrichting, een foto van een dergelijk beeld of een kaart van absorptiecoëfficiënten, zoals kunnen worden geproduceerd door een numeriek rekentuig en waarop contouren achtereenvolgens kunnen worden getekend.

Bij de werkwijze en inrichting voor het onderzoeken van een menselijk lichaam, beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag 6912896 wordt straling gericht door een deel van het lichaam, vanuit een uitwendige bron, in de vorm van een smalle bundel. Deze bundel wordt onderworpen aan een aftastende beweging, zodat hij op zijn beurt een groot aantal verschillende standen inneemt, waarbij een detector wordt gebruikt om de mate van absorptie van de bundel in elk dezer standen, nadat de bundel het lichaam doorlopen heeft, te meten.

Naarmate de bundel deze verschillende standen inneemt, worden de bron en de detector heen en weer bewogen in een vlak en beschrijven daarbij een baan om een as loodrecht op het vlak. De verschillende standen liggen aldus in een vlak door het lichaam, waaraan de distributie van absorptiecoëfficiënten voor de gebruikte straling wordt ontleend door het verwerken van de bundelabsorptiegegevens verschaft door de detector. De bewerking is zodanig, dat de uiteindelijke vertoonde absorptieverdeling het resultaat is van successieve benaderingen. De in bovengenoemde Nederlandse octrooiaanvraag beschreven werkwijze en inrichting is gebleken succesvol te zijn voor het produceren van een doorsnedeweergave van delen van het menselijk lichaam, zoals het hoofd.

De in bovengenoemde aanvraag beschreven inrichting voor het uitvoeren van de aftasthandeling is echter betrekkelijk langzaam en voor het aftasten van bepaalde gedeelten van het lichaam is een veel hogere aftastsnelheid gewenst. Een inrichting, die in staat is een hogere aftastsnelheid te bereiken, wordt beschreven in de Nederlandse nevenoctrooi-aanvraag 7407578 (E 144-393) ; volgens deze aanvraag worden de absorptiegegevenssignalen verkregen door een waaier-vormige spreiding van röntgenstralen te richten door het lichaam en een batterij van detectoren op te stellen aan de andere zijde van het lichaam om de doorgelaten straling te meten langs een stel bundelbanen binnen de waaier. De waaier-vormige spreiding overspant een hoek, die voldoende groot is om de gehele van belang zijnde zone in het vlak van het lichaam te omvatten, zodat een volledige aftasting kan worden bewerkstelligd enkel door de bron en de detectoren om het lichaam een omloopbaan te laten beschrijven.

In de Nederlandse nevenoctrooiaanvraag 7405610 (E 144-392) is een inrichting beschreven voor het verwerken van de absorptiegegevens door een convolutiemethode. Laatstgenoemde methode maakt een relatief snellere verwerking mogelijk dan de iteratiemethode van de genoemde Nederlandse octrooiaanvraag 6912896.

In overeenstemming hiermede verschaft de uitvinding een inrichting voor het onderzoeken van het lichaam van een patiënt door middel van doordringende straling, zoals röntgen- of gamma-straling, waaronder bronmiddelen voor het bestralen van het lichaam met een waaier-vormige stralings-spreiding, detecteermiddelen bevattende een aantal detectoren voor het detecteren van de straling na het doorlopen van het lichaam, waarbij elke betreffende detector straling ontvangt langs een nauwe, maar divergerende bundelbaan, middelen die de bron en detecteermiddelen in staat stellen het lichaam rondom af te tasten tenaande een planaire sectie van het lichaam te bestralen via stralingsbundels in een aantal angulaire posities in het vlak van de sectie, zodat een reconstructie van de

absorptieverdeling van de straling in elke sectie kan worden gemaakt als reactie op bundelgegevenssignalen afgeleid van de detectoren, waarbij absorptiegegevenssignalen die de stralings-
5 absorptie weergeven langs banen van nagenoeg gelijkvormige breedte worden verkregen door combinatie van uitgangssignalen betrekking hebbende op bundelbanen onder nagenoeg 180° van elkaar verwijderde angulaire posities.

In overeenstemming met een ander aspect verschaft de uitvinding een werkwijze voor het onderzoeken van het lichaam
10 van een patiënt, waarbij het lichaam bestraald wordt met een waaivormige spreiding van doordringende straling, zoals röntgen- of gamma-straling, terwijl men stralingsbronmiddelen en detecteermiddelen bevattende een aantal voor straling gevoelige detectoren het lichaam rondom laat aftasten,
15 waardoor een planaire sectie van het lichaam bestraald wordt via stralingsbundels onder een aantal angulaire posities in het vlak van de sectie, waarbij bundelgegevenssignalen verkregen door de detecteermiddelen betrekking hebbende op stralingsbundels onder over 180° verschoven angulaire posities
20 gecombineerd worden, waardoor verdere gegevenssignalen betrekking hebbende op straling langs bundelbanen van nagenoeg gelijkvormige breedte verkregen worden, zodat deze verdere gegevenssignalen verwerkt kunnen worden om daaruit af te leiden een reconstructie van de absorptieverdeling van de
25 straling in de sectie.

Volgens een verder aspect verschaft de uitvinding een inrichting voor het onderzoeken van het lichaam van een patiënt door middel van doordringende straling, zoals röntgen- of gamma-straling, waaronder bronmiddelen ingericht voor het
30 bestralen van een planaire sectie van het lichaam door middel van een waaivormige spreiding van straling in het vlak van de sectie, detecteermiddelen bevattende een aantal detectoren ingericht om de absorptie te bepalen, welke de straling ondergaat na het doorlopen van het lichaam langs een aantal
35 angulair verdeelde bundelbanen in de waaier, middelen die de bron en detecteermiddelen in staat stellen het lichaam

rondom af te tasten teneinde de sekte te bestralen vanuit een veelheid van richtingen, zodat uit de door de detectoren verschaft absorptiebundelgegevenssignalen een reconstructie van de absorptieverdeling van de straling in de lichaamsmoot kan worden verkregen, waarbij middelen aanwezig zijn voor het selekteren van signalen uit de detectoren, betrekkinge hebbende op overeenkomstige posities van de detectoren in de aftastbeweging, ter verkrijging van opeenvolgingen van signalen die eenvoudigweg betrekking hebben op evenwijdige stellen van stralingsbundels.

De uitvinding zal hieronder aan de hand van bijgaande tekeningen nader worden toegelicht.

Figuur 1 toont in zijaanzicht een totaalbeeld van de constructieve uitvoeringsvorm van de inrichting volgens de uitvinding;

figuur 2 illustreert een eindaanzicht van deze inrichting;

figuur 3 geeft een totaalbeeld van de funktionele mogelijkheden van de inrichting volgens de uitvinding, waarbij in blokschema de onderdelen weergegeven zijn, die zich bezighouden met de verwerking van de absorptiegegevens;

figuren 4a en 4b zijn diagrammen ter toelichting van de uitvinding;

figuur 5 illustreert de rangschikking van de absorptiegegevens in een voorverwerkingsgeheugen; en

figuur 6 illustreert een speciaal circuit voor het rangschikken van de absorptiegegevens in een vorm, die in het bijzonder geschikt is voor de convolutieverwerking.

In figuur 1 wordt een patiënt 1 weergegeven, die ligt op een ondersteuning, terwijl haar lichaam bloot is gesteld aan onderzoek door röntgenstraling/aangegeven met een gebroken lijn bij 3. Deze straling wordt opgewekt door een bron 4 en vormt waaiervormige spreiding in een vlak liggende onder rechthoeken met het vlak van de tekening. Het zal duidelijk zijn, dat de ondersteuning voor de patiënt voldoende lang moet zijn om te maken dat elke gewenste sekte van het lichaam

van de patiënt geplaatst kan worden in het vlak van de röntgenstraling.

5 In het gebied van de onderzoekende straling is het lichaam van de patiënt omgeven door een geschikt medium, dat in dit geval water is, met een absorptiecoëfficiënt voor straling, die praktisch gelijk is aan die van het lichaamsweefsel. Het water wordt in de figuur bij 5 aangegeven en bevindt zich binnen een omhulling of zak 6. De omhulling 6 is geplaatst binnen een ringvormige structuur 7, welke van 10 metaal, zoals duralumin kan zijn.

De ring 7 bestaat uit twee delen, zoals beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag Nr. 7407578 (E 144-393) en is in dit voorbeeld bevestigd aan de ondersteuning 2. Opgemerkt dient te worden, dat de ring 7 desgewenst beweegbaar aan de 15 ondersteuning 2 gemonteerd kan worden om het inbrengen van de patiënt te vergemakkelijken en voorts, dat de ondersteuning 2 beweegbaar uitgevoerd kan zijn ten opzichte van andere delen Van de inrichting voor het zelfde doel en voor de juiste plaatsing ten opzichte van de röntgenstralenbundel.

20 De ondersteuning 2 wordt aan het ene einde gedragen door een steun 8 en aan het andere einde door een hoeksteun 9. De hoeksteun 9 is voorzien van een as, welke een hartlijn bezit, waaromheen de omloopbaanbeweging van de röntgenstralenbron 4 plaatsvindt, zoals verderop duidelijk zal worden.

25 Rondom het lichaam van de patiënt, wanneer zij in de juiste positie in de inrichting gebracht is, bevindt zich een cilinder of frame 10, welke over zijn lengte cilindervormig is en een langsas bezit, die samenvalt met de hartlijn van de hoeksteun 9. Aan het nabij laatstgenoemde hoeksteun gelegen 30 einde is hij gesloten en ondersteund door een leger 11, die op zijn beurt wordt gedragen door de as van de hoeksteun 9. Aan het andere einde ervan is hij open om de patiënt erin te kunnen brengen, en aan dit einde wordt hij gedragen op rollen 12, welke voorzien zijn van geschikte vaste legers. Deze 35 rollen zijn zodanig, dat de cilinder 10 vrij kan roteren om zijn as, welke, zoals aangegeven is, de as is, waaromheen

de omloopbaanbeweging van de röntgenstralenbron 4 plaatsvindt. De bron 4 is gemonteerd op de cilinder 10 door middel van een steun 13. Recht tegenover de bron 4 zijn op de cilinder 10 door middel van een steun 14 detecteermiddelen 15 gemonteerd ter verkrijging van stralingsabsorptiegegevens uit het lichaam van de patiënt in het vlak van de straling uit de bron 4.

De as van de hoeksteun 9 wordt gedragen door een steun 16 en nabij die steun is een haspel 17 aangebracht, die de as omgeeft. De haspel is bevestigd aan de steun 16 en er omheen zijn kabels 18 geslagen, welke absorptiegegevens van de detecteermiddelen 15 overbrengen naar de verwerkingseenheid, alsmede kabels en verbindingen 19, die energie, regelsignalen en koelfluidum leveren aan de röntgenstralenbron 4. Bij de omloopbaan-beweging van de bron en detecteermiddelen worden de kabels op- en afgewonden van de haspel 17. Zij worden toegevoerd aan de haspel via gebindingen G18 en G19, welke gemonteerd zijn op de cilinder 10. Op de haspel worden de kabels en andere verbindingen bevestigd en lopen vandaar naar hun betreffende verbindingseenheden, waaronder de genoemde gegevensverwerkingseenheid, en een energietoevoereenheid.

Ter verkrijging van de omloopbaanbeweging is de rand van de cilinder 10 nabij het open einde voorzien van een vertanding 20. Met deze tanden in ingrijping is een tandwiel 21, gemonteerd aan een as, die zoals weergegeven wordt ondersteund door legers 22. Het tandwiel 21 wordt aangedreven door een omkeerbare motor 23 via een tandwielkast 24. Het zal duidelijk zijn, dat de vertanding 20 op ^{elke}gewenste plaats op de cilinder 10 kan worden aangebracht. Een aftasteenheid 40 voor tijdstip-bepalende signalen verschaft signalen, welke de voortschrijding van de rotatie van bron 4 aangeven. Dit kan een roostertje zijn op de as van het tandwiel 21, dat samenwerkt met een lichtbron en fotocel of anderzijds een geschikte nokkenvoorziening.

Figuur 2 toont zoals vermeld een eindaanzicht van de in figuur 1 geïllustreerde inrichting en verwijzingscijfers hebben dezelfde betekenis als in verband met figuur 1. Bij

25 in figuur 2 is de ligging aangegeven van de omloopbaanas en met 26 is de contour aangegeven van de doorsnede van het lichaam van een patiënt in het vlak van de onderzoekende straling.

5 Figuur 2 toont voorts stralen 27 en 28, die de begren-
zigen aangeven van de stralingswaaier uit de bron 4. Men zal
inzien dat de detecteermiddelen 15 zich uitstrekken over de
gehele spreiding van de stralingswaaier tussen de stralen 27
10 en 28. Zoals toegelicht in de Nederlandse nevenoctrooiaanvraag
7411077 (N144-396) kunnen middelen aanwezig zijn om een gewenste
zone van het lichaam van de patiënt uitvoeriger te onderzoeken,
maar in het onderhavige voorbeeld zijn hiervoor geen voorzie-
ningen getroffen. Bovendien worden verdere bijzonderheden van
de ring 7 en bijbehorende vasthoudmiddelen beschreven in
15 genoemde Nederlandse nevenoctrooiaanvraag 7407578. (E 144-393).

Figuur 3 geeft schematisch de algemene uitvoering weer
van de bewerking voor de in figuren 1 en 2 weergegeven inrich-
ting.

In deze figuur geeft het punt X het punt aan, waar
20 röntgenstraling uit de bron 4 uittreedt, het punt 25 de
ligging van de omloopbaanas, 7 de ligging van de ring en 15
de detecteermiddelen, die absorptiegegevens voor verwerking
verschaffen.

De detecteermiddelen 15 omvatten een aantal detectoren
25 en overeenkomstige collimatoren, welke individuele stralings-
bundels bepalen, zoals beschreven in de hiervoor genoemde
Nevenoctrooiaanvraag. In de loop van de omloopbaanbeweging van
de inrichting, worden de absorptiegegevens verkregen als
uitgangsstromen van de fotocellen behorende bij de detectoren.
30 De gegevens worden versterkt door betreffende versterkers 29.
De versterkingen van de versterkers worden individueel inge-
steld om compensatie te geven voor de verschillende gevoelig-
heden van de verschillende scintillatiekristallen van de
detectoren. Desgewenst kunnen de versterkingen van de verster-
35 kers gemeenschappelijk geregeld worden ter compensatie van
eventuele variaties, die kunnen optreden in de emissie-intensi-

teit van de röntgenstralenbron 4. De aldus versterkte stromen worden onderscheidelijk geïntegreerd door Miller-integratie-circuits 30. De integrerende circuits zijn ingericht als
5 reaktie op de eenheid 40 voor tijdstipbepalende signalen om gedurende een zodanige periode werkzaam te zijn, dat elke met een detector overeenkomende individuele bundel zich uitstrekt over een hoek van nagenoeg $2/15^0$, indit voorbeeld, als gevolg van omloopbaanbewegingen. In overeenstemming hiermede zijn de detectoren opgesteld met een zodanige onderlinge afstand,
10 dat de hartlijnen van deze bundels een onderlinge afstand hebben van nagenoeg $2/15^0$, waarbij zij elk gecentreerd zijn om de puntbron X. De uitgangen van de integratoren worden omgezet van analogon-naar-numerieke vormen door omzeters 31.

Het is gewenst, dat de uiteindelijke beeldreconstructie
15 de verdeling zal weergeven van de absorptiecoëfficiënt over het gebied van de doorsnede in onderzoek, waarbij de absorptiecoëfficiënten de absorptievoorstellen per lengte-eenheid, in de onmiddellijke omgeving van een gegeven punt, van een onderzoekende bundel, die door het punt gaat. Om het gewenste
20 resultaat te bereiken is het noodzakelijk, dat elk uitgangssignaal verkregen uit de detecteermiddelen 15 in zijn logaritmische vorm zal worden omgezet. Voor dit doel bewerkt een log-omzetter 32 de numerieke gegevens uit de analogon-naar-numerieke omzeters 31. De log-omzetter 32 bevat logaritmische
25 naslagtabellen volgens bekend gebruik. De gegevens worden geschreven in een geheugen 34 als reaktie op een adreskiezer 33, op een verder te beschrijven wijze, en vandaaruit worden zij onderworpen aan convolutiebewerking en interpolatie in eenheid
30 35 alvorens te worden afgebeeld in een afbeeld- en rekeneenheid 36. De werking en aard van de verwerkingseenheid 35 is volledig beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag 7405610. De daarin ontwikkelde techniek kan worden beschreven als het produceren van een gecorrigeerd stratogram (lagenschrift) en vereist, dat de gegevens worden verschaft in stellen, die
35 elk betrekking hebben op een stel in hoofdzaak evenwijdige stralingsbundels, waarbij de gegevens van elk stel term voor

term verschaft worden. Dientengevolge zijn adreskiezer 34 en geheugen 34, welke deel uit kunnen maken van een op geschikte wijze geprogrammeerd numeriek rekentuig, geprogrammeerd om de gegevens tot dergelijke "evenwijdige" stellen te rangschikken.

5 In de tot dusverrebeschreven inrichting werken de integratoren 30 gedurende een zodanige tijd, dat onder beschouwing van de omloopbaanbeweging gedurende de integratieperiode, de effectieve spreiding van de bundelbaan $2/15^\circ$ is, zodat
10 uitgangssignalen worden verkregen na elke beweging over $2/15^\circ$. Voorts is de onderlinge afstand van de bundels in de waaier zodanig uitgevoerd, dat de hartlijnen van aangrenzende bundels over een hoek van nagenoeg $2/15^\circ$ van elkaar verwijderd zijn. Dus na elke rotatietoename van deze grootte zal elke bundel een positie innemen, welke evenwijdig is aan de positie, welke
15 één van zijn naburen bezat, voorafgaande aan deze rotatietoename. Het is daardoor mogelijk, door geschikte selectie van gegevens uit het geheugen 34 signalen te produceren, overeenkomend met stellen evenwijdige bundels met een scheiding van $2/15^\circ$.

20 Dit wordt geïllustreerd in figuur 4, welke een waaier van drie bundels toont met hartlijnen, die een onderlinge afstand bezitten van 15° . De bundels stellen de centrale en de grensbundels voor van een 30° -waaiers, maar voor het ogenblik kan men ze beschouwen alsof zij de enige bundels zijn van een
25 uit drie bundels bestaande waaier. De drie bundels, aangegeven met a, b en c zijn in figuur 4a geïllustreerd, waarbij de overeenkomstige detectoren niet worden weergegeven, voor een positie van het bronpunt X_0 , waarvoor de centrale bundel b een hoek maakt van 0° met een willekeurige nullijn, verticaal
30 in de figuur, en de andere stralen van de bundel de weergegeven hoeken insluiten. Men zal inzien, dat wanneer de bron een omloopbaan van 15° beschrijft naar de positie X_{15} , overeenkomende met de afstand van de bundelhartlijn, bundel a een positie inneemt evenwijdig met de vorige positie van de bundel b,
35 terwijl op soortgelijke wijze b evenwijdig wordt aan c. De bundel c neemt een nieuwe helling in. Een verdere beweging

8302682

over 15° zal maken, dat de bundel a evenwijdig komt te liggen aan de oorspronkelijke positie van de bundel c; aldus worden stellen evenwijdige bundelposities opgebouwd.

5 Dit overwegende kan men inzien, dat indien de gegevens uit de omzetters 32 gedirigeerd worden in het geheugen 30 naar plaatsen, die geëtiketteerd zijn met een angulaire positie voor de overeenkomstige bundel, dan kunnen zij uitgenomen worden als stellen gegevens voor elke zodanige hoek.

10 Dit is in figuur 5 voor het illustratieve stel van vijf bundels weergegeven. De figuur komt overeen met een matrix van plaatsen in het geheugen 34, waarbij elke zodanige plaats geïdentificeerd wordt door de hoek ten opzichte van de willekeurige nul, van die bundel, waarvoor het gegeven in de plaats verkregen werd. Elke detector verschaft gegevens aan elementen 15 van een kolom geëtiketteerd a, b of c in overeenstemming met figuur 4. Als de centrale bundel (b) over 360° roteert roteren alle bundels over een serie hoeken met inbegrip van die, welke zijn weergegeven. De 360° positie, welke dezelfde is als 0° , is niet weergegeven. Het zal eveneens duidelijk zijn, dat 20 -180° hetzelfde is als $+180^\circ$ en dienovereenkomstig positieve hoeken groter dan 180° weergegeven zijn bij de overeenkomende negatieve hoeken. De gegevens worden in het geheugen binnengebracht in rijen, waarbij elke rij overeenkomt met de gemiddelde angulaire positie voor één aflezing uit elke detector, 25 zoals zij worden afgeleid. Duidelijkheidshalve zijn niet alle rijen weergegeven. Men kan inzien, dat een diagonaal stel van plaatsen gegevens verschaffen voor bundels, welke onder dezelfde hoek zijn en daardoor evenwijdig. Opgemerkt dient te worden, dat ofschoon bundels onder dezelfde hoek evenwijdig 30 zijn, zij niet identiek zijn. Het nulgraden stel bundels, aangegeven met de volgetrokken diagonale lijn, vormt een compleet evenwijdig stel, ofschoon de gegevens moeten worden verkregen uit de eerste en de laatste rij. Dat stel zal derhalve niet volledig zijn totdat alle gegevens afgeleid zijn. 35 De gegevens van de plaatsen voor dergelijke evenwijdige stellen worden gekozen uit het geheugen 34 en seriesgewijs overgedragen

aan de verwerker 35 voor de convolutie bewerking beschreven
in de Nederlandse aanvraag nr. 7405610. De gegevens kunnen
worden overgedragen aan de bewerkingseenheid 35 nadat alle
gegevens afgeleid en opgeslagen zijn of desgewenst kan elk
5 "evenwijdig" stel gegevens worden overgedragen zodra het
voltooid is. In het illustratieve voorbeeld van figuur 5 is
het 15° stel het eerste om voltooid te worden.

In het onderhavige praktische voorbeeld van de in
figuur 1-3 geïllustreerde inrichting bezit het geheugen 34
10 uiteraard veel meer plaatsen dan weergegeven in figuur 5. Er
zijn rijen voor elk van de 2/15° omloopbaanstanden en een
kolom voor elk van de detectoren van de detecteermiddelen 15.

Met betrekking tot de rangschikking van bundels
beschouwd in de Nederlandse octrooiaanvragen 7405610 en 7411077
15 dient te worden opgemerkt, dat de bundels in die aanvraag
impliciet worden behandeld alsof zij van gelijkmatige breedte
zijn. In de inrichting van figuur 1 en 2 echter, zijn de door
de detectoren bepaalde bundels niet van deze aard, maar nauwer
aan de zijde van de puntvormige röntgenstralenbron van het
20 onderzochte veld en wijder aan de detectorzijde. De invloed
van deze ongelijkheid wordt tot een minimum teruggebracht
in de beschreven inrichting door de omloopbaanbeweging niet
te beperken tot 180°, hetgeen in theorie voldoende zou zijn,
maar voort te zetten tot 360°, zodat voor elke bundelbezetting
25 van de eerste 180° aftasting er een tweede is, welke identiek
is behalve ten aanzien van het feit, dat de richting, waarin
de straling gaat, omgekeerd is, en daarmee het teken van de
ongelijkheid. Het gemiddelde van de twee bundelabsorpties
wordt dan genomen om gegevens te verkrijgen overeenkomende met
30 een bundelbaan van ~~nagenoeg~~ gelijkmatige breedte ^{$\sqrt{2}$} in aanmerking
genomen de beperkte angulaire spreiding van elke bundel ^{$\sqrt{2}$} .

Het gebruik van twee bundels met een afstand van 180°
ter bestraling van één bundelbaan heeft het verdere voordeel
dat de "skin"stralingsdosis, resulterend uit de vereiste
35 totale röntgenstralenintensiteit voor die baan, gelijkmatig
wordt verdeeld tussen oppervlakken aan tegenover gelegen einden

Ti dan elk der bundels alleen

*T₂ waarbij de minimale breedte zich in het midden van de
bundel bevindt*

8302682

van de baan in plaats van nagenoeg geheel te worden geconcentreerd aan één einde.

Het zal echter duidelijk zijn, dat gegevens voor elke bundel slechts dienen te worden gecombineerd met die voor een bundel, die nagenoeg 180° in aftasting verwijderd is. Voor een waaijer van bundels, zoals die van figuren 4 en 5, kunnen alleen gegevens voor de centrale bundel (b) worden gecombineerd met gegevens voor dezelfde bundel, maar omgekeerd, zodat gegevens voor het 180° stel (gebroken diagonale lijn), worden gecombineerd met die voor het nulgradenstel.

De positie voor de andere bundels van het stel wordt weergegeven in figuur 4b. Drie posities van de puntvormige bron X zijn weergegeven, geïdentificeerd door bijschriften, welke de overeenkomende/angulaire positie van de centrale bundel b weergeven. Men zal inzien, dat voor X_{150} bundel c een bundelbaan deelt met bundel a van X_0 ; deze kunnen derhalve worden gecombineerd om een bundel van gelijkmatige breedte te geven. Op soortgelijke wijze deelt c bij X_0 een baan met a bij X_{150} . Wanneer men dit beschouwt in verband met de opslagplaats van figuur 5 kan men inzien, dat de 180° bundelstelgegevens kunnen worden gecombineerd met de nulgradengegevens, mits de beide stellen in omgekeerde volgorde uit het geheugen worden gehaald. De combinaties zullen dus zijn:

$$(a_0 + c_{180}), (b_0 + b_{180}) \text{ en } (c_0 + a_{180}).$$

Voor dit doel is het numerieke rekentuig, gevormd door adreskiezers 33 en het geheugen 34, in figuur 3 ingericht om de gegevens af te leiden van de plaatsen op de beschreven wijze, deze te combineren en over te brengen naar de bewerkings-eenheid 35. Voor het doel van deze combinatie is een addeermiddel 41 aangebracht tussen het geheugen 34 en de bewerkings-eenheid 35. Deze kan eveneens opgenomen zijn in het numerieke rekentuig. De adreskiezer 33 verschaft de gegevens voor de paarsgewijze te combineren twee stellen. Het addeermiddel 41 is voorzien van een opslagplaats voor elk bundelgegevenssignaal om het eerste van elk paar vast te houden en voegt dan het tweede toe aan het eerste alvorens de nieuw gecombineerde

gegevens door te zenden naar de bewerkingseenheid 35. Men zal begrijpen, dat andere manieren om de gegevens te combineren kunnen worden toegepast. Zo kan b.v. een individuele reconstructie van absorptiecoëfficiënten worden afgeleid voor elk paar "tegenovergelegen" evenwijdige stellen (b.v. 180° en 0°) en de twee beelden gecombineerd op een afbeeldinrichting of anderszins. De uitdrukking "combinatie van gegevens" is bedoeld om al dergelijke combinaties te omvatten.

10 Zoals beschreven in de Nederlandse octrooiaanvraag nr. 7405610 kan de in figuur 3 weergegeven eenheid 35 worden
aangebracht als een op geschikte wijze geprogrammeerd numeriek rekentuig. In een praktisch voorbeeld van de uitvinding kunnen alle functies van de eenheden 33, 34, 41 en 35
15 verschaft worden door een enkel numeriek rekentuig. Zij zijn echter in figuur 3 weergegeven als afzonderlijke eenheden, zodat hun functies duidelijker kunnen worden onderscheiden.

In plaats van een numeriek rekentuig voor algemeen doel te gebruiken om de functie van het sorteren van de gegevens tot "evenwijdige" stellen uit te voeren, kan een
20 rekentuig voor speciaal doel worden toegepast. Een voorbeeld van een dergelijke inrichting is weergegeven in figuur 6.

Voor het ogeplijk afziende van de veelheid van geleiders 39, verdeeld in vijf categorieën, zal geleider 39_k , welke de uitgangssignalen van een detector k overdraagt, worden
25 beschouwd typisch te zijn voor alle geleiders van dergelijke detectoren.

Zoals hierboven vermeld is de bemonsteringsduur van de uitgang van elke detector, zoals k , zodanig dat de effectieve bundelbreedte, resulterend uit de omloopbaanbeweging, gelijk is aan die, welke gewenst wordt. Inde praktijk zal
30 een "openingseffekt" maken dat de bundelbreedte groter is dan die, zodat een bepaalde overlapping verkregen wordt. Het uitgangssignaal wordt versterkt door versterker 29_k geregeld door versterkingsregeleenheid 37. Analoog geheugen 30_k is
35 de Miller-integrator hiervoor genoemd, werkzaam in zijn bekende rol van een analoog geheugen gebruikt om te bemonsteren

en te bewaren, daarna teruggesteld wordt om beschikbaar te zijn voor verdere bemonstering op dezelfde wijze. A/N omzetter 31_k werkt eveneens als in figuur 3. Als reactie op adreskiezer 33 worden de gegevens gedirigeerd naar geheugen 34, dat in dit geval verdeeld is in sekties 1, 2, 3...n. Alle gegevens uit de gebiders zoals k worden eveneens naar deze sekties van het geheugen 34 gedirigeerd. In dit voorbeeld echter, bewaart elke sektie van het geheugen 34 de gegevens van één "evenwijdig" stel overeenkomend met een diagonaal van figuur 5. Aldus is dit circuit verschillend van dat van figuur 3, dat gegevens accepteert zoals gewenst en het sorteren tot evenwijdige stellen uitvoert als een tijdsbestemming die niet verbonden is met die van de aftasting. Het circuit van figuur 6 maakt het noodzakelijk, dat gegevens worden gedirigeerd naar sekties van het geheugen 34 en vandaar tot "evenwijdige" stellen, naarmate zij worden verkregen en daarom moet de tijdstipbepaling worden gecoördineerd met de aftasting. Voor dit doel wordt de adreskiezer 33 bestuurd door de tijdstipbepalende eenheid 38, welke ingangssignalen ontvangt uit de aftasteenheid 40 voor de tijdstipbepalende signalen. De tijdstipbepalende eenheid 38 wordt eveneens gebruikt om de integratoren 30 te besturen.

Voor het combineren van gegevens voor bundels, waar-tussen een aftastbetrekking van 180° bestaat, dient te worden opgemerkt, dat ofschoon gegevens voor de eerste 180° aftasting worden toegevoerd aan de sekties van het geheugen 34 in één volgorde, deze voor de tweede 180° (dat wil zeggen van de evenwijdige stellen, niet van de aftastende positie) in omgekeerde volgorde worden toegevoerd teneinde de beschreven combinatie met betrekking tot figuur 4b te bewerkstelligen. Voordit doel wordt de adreskiezer 33 op geschikte wijze geprogrammeerd. Wanneer elke sektie van het geheugen 34 alle gegevens heeft ontvangen voor haar evenwijdig stel, worden die gegevens overgedragen seriesgewijs naar de convolutie-eenheid 35 voor bewerking, zoals hierboven vermeld.

De log-omzetter 32 zou kunnen worden aangebracht tussen

de omzetter 31 en de kiezer 33 in dit voorbeeld, zoals in figuur 3. Zoals men echter kan zien, werkt hij samen met het geheugen 34 om gegevens uit de betreffende opslagplaatsen te halen, in logaritmische vorm om te zetten en α te herplaatsen in dezelfde opslagplaats. Op deze wijze is het mogelijk, een log-omzetter te verschaffen, die inwerkt op slechts één signaal tegelijk, in plaats van op verschillende gelijktijdig zoals in figuur 3. Voor het beschreven doel wordt de log-omzetter 32 bestuurd door de tijdsbepalende regeling 38.

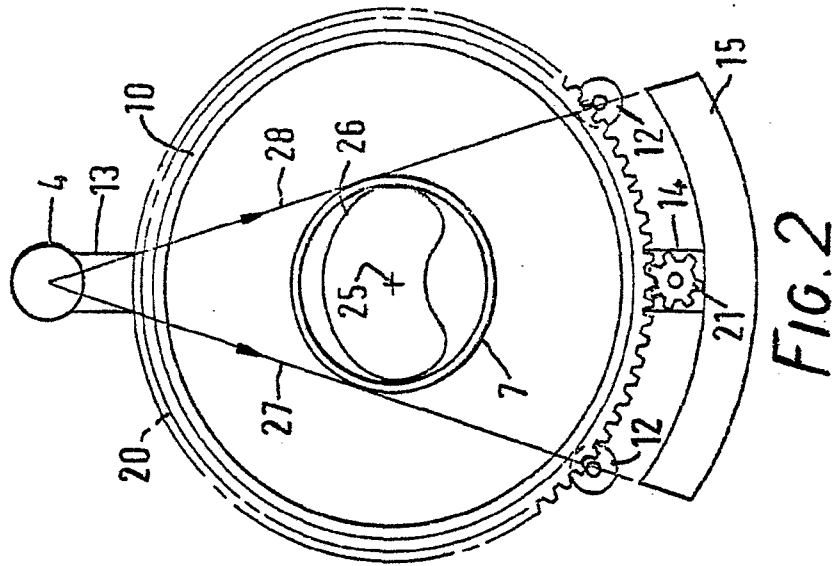
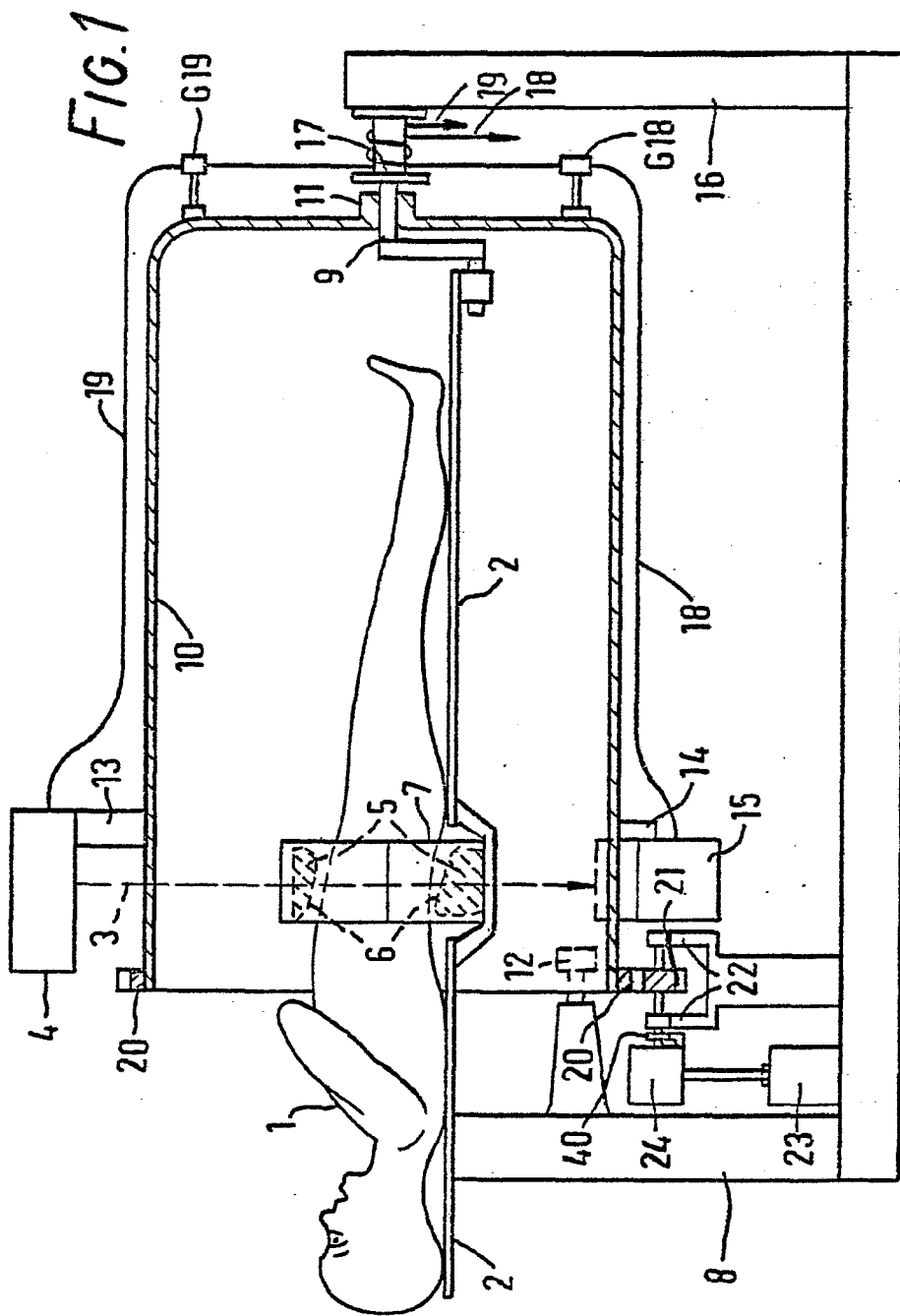
Bij beschouwing van de uitgangssignalen van de detecteermiddelen 15 in figuur 6 zal men inzien, dat zij gegroepeerd zijn in vijf categorieën. Deze eigenschap, welke wenselijk is, maakt het mogelijk, het aantal integratoren te reduceren met een vijfde, ofschoon elk kanaal toch zijn eigen versterker dient te hebben. Bij deze opstelling worden de detectoren zodanig verdeeld, dat de eerste, zesde, elfde, enz. worden toegewezen aan categorie 1; de tweede, zevende, etc. aan categorie 2; de derde, achtste, etc. aan categorie 3; de vierde, etc. aan categorie 4; en de vijfde etc. aan categorie 5. Aldus worden de detectoren van de vijf categorieën onderling vervlochten. De gegevens worden uit deze detectoren afgeleid in samenhang met omloopbaanbewegingen van $2/15^\circ$ als volgt: Tijdens de eerste hoekverdraaiing van $2/15^\circ$ worden alle detectoren van categorie 1 bemonsterd. Tijdens de volgende verdraaiing van $2/15^\circ$ worden alle detectoren van categorie 2 bemonsterd voor bundelbanen evenwijdig aan die, gebruikt door de detectoren van categorie 1. Bij de volgende $2/15^\circ$ verdraaiing worden de detectoren van categorie 3 bemonsterd enz. Bij de zesde verdraaiing van $2/15^\circ$ worden de detectoren van categorie 1 opnieuw bemonsterd voor bundelbanen, die $2/3^\circ$ verplaatst zijn ten opzichte van die, welke eerder gebruikt werden voor alle vijf categorieën. Aldus worden gegevens voor evenwijdige stellen met $2/3^\circ$ afstand verkregen, maar met vijfmaal het aantal bundelbanen, die anders mogelijk waren voor het aantal aanwezige integratoren. Voor dit doel neemt elke integrator één overeenkomstige bundel voor elke categorie,

(b.v. alle vijfde positiebundels). Elke versterker wordt
gepoort door tijdsbepalende eenheid 38 om slechts dan gegevens
te verschaffen aan de integrator, als dat vereist is. Het
poorten kan desgewenst op andere wijze verschaft worden, zo
5 kunnen b.v. de detectorfotocellen zodanig gepoort worden of
kunnen onafhankelijke poorten of schakelaar verschaft worden.

Het zal duidelijk zijn, dat de eigenschappen van de
onderhavige uitvinding kunnen worden toegepast bij elke
signaalverwerking zoals die beschreven in de Nederlandse
10 octrooiaanvraag 6912896. Voorts kan de uitvinding worden
toegepast voor aftastinrichtingen anders dan die zoëven
beschreven. Zo behoeft b.v. de rotatie niet de eenvoudige
rotatie te zijn zoals beschreven, maar kan een meer ingewik-
kelde beweging zijn, indien dit gewenst is voor andere
15 doeleinden. Met betrekking tot de beschreven aftastinrichtingen
kunnen de voorbeelden van bundelbreedten en afstanden, welke
zijn gegeven, desgewenst gevarieerd worden, mits de juiste
betrekkingen worden gehandhaafd. Voorts kan desgewenst elke
bundel worden onderzocht door meer dan één detector.

C O N C L U S I E S

1. Inrichting voor het onderzoeken van het lichaam van een patiënt door middel van doordringende straling, zoals röntgen- of gammastraling, omvattende een bron ingericht voor het bestralen van een planaire doorsnede van het lichaam, door middel van een waaivormige stralingsverdeling in het vlak van de doorsnede, detectormiddelen, bevattende een aantal detectorelementen, opgesteld voor het produceren van gegeven signalen die de absorptie weergeven, die de straling ondergaat na het passeren van het lichaam langs een aantal bundelbanen, die angulair verspreid zijn binnen de waaivormige verdeling voor het opnemen van een aantal angulaire oriëntaties, en bewerkingsmiddelen die ingericht zijn om een weergave te produceren van de verdeling van absorptie van de straling in de lichaams-schijf uit het door de detectoren geproduceerde gegevenssignaal, met het kenmerk, dat regelmiddelen aanwezig zijn, die zo ingericht zijn, dat gegevenssignalen worden ontleend aan de detector-elementen voor elk van een aantal kleine angulaire toenamen (incrementen) van de aftasting, en middelen aanwezig zijn om de gegevenssignalen opgezameld tijdens een opeenvolging van deze toenamen te sorteren, tot stellen gegevenssignalen waarbij elk stel overeenkomt met de absorptie van een stel evenwijdige bundelbanen.
2. Inrichting volgens conclusie 1, waarbij de bron roteert om een as, die loodrecht staat op het vlak van de straling, met het kenmerk, dat de aftastmiddelen en de sorteermiddelen zodanig ontworpen zijn dat het stel gegeven signalen overeenkomend met evenwijdige banen, worden ontleend aan de detectoren opeenvolgend op zodanige tijdsintervallen dat de omloopbaanbeweging tijdens elk tijdsinterval gelijk is aan de angulaire afstand tussen aangrenzende bundel in de waaivormige stralingsverdeling.



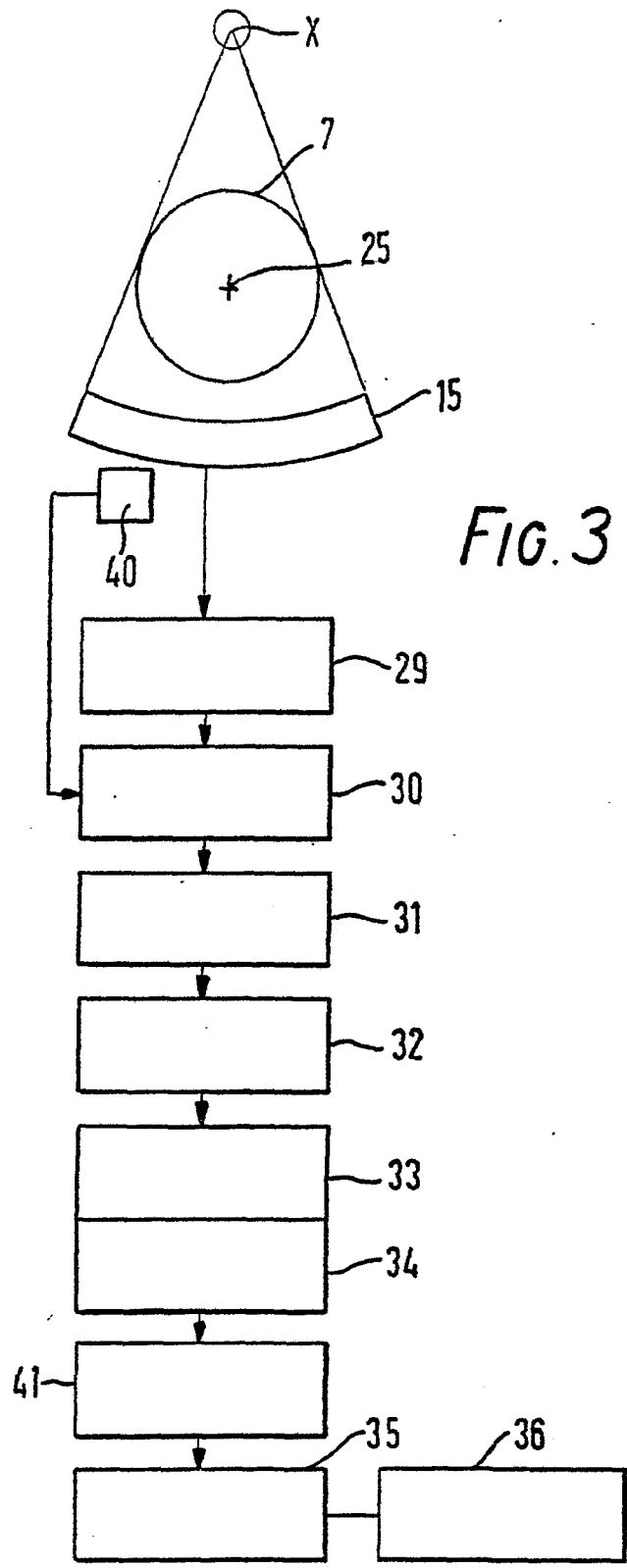


FIG. 3

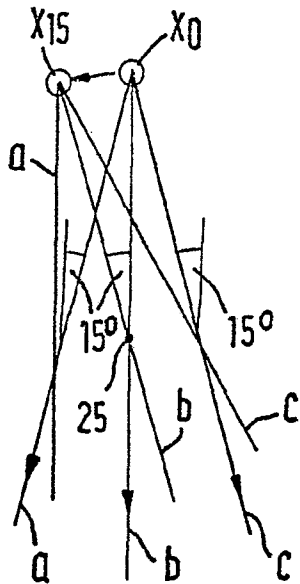


FIG. 4a

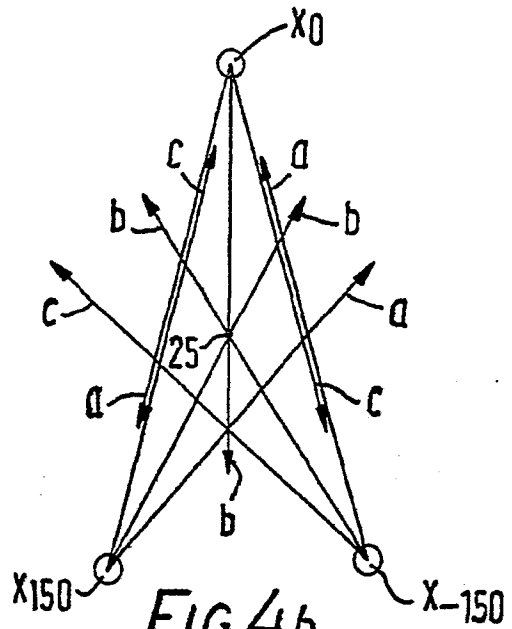


FIG. 4b

15°	0°	-15°
30°	15°	0°
45	30°	15°
60°	45°	30°
⋮	⋮	⋮
165	150°	135°
±180°	165°	150°
-165°	±180°	165°
-150°	-165°	±180°
-135°	-150°	-165°
⋮	⋮	⋮
-30°	-45°	-60°
-15°	-30°	-15°
0°	-15°	-30°

FIG. 5

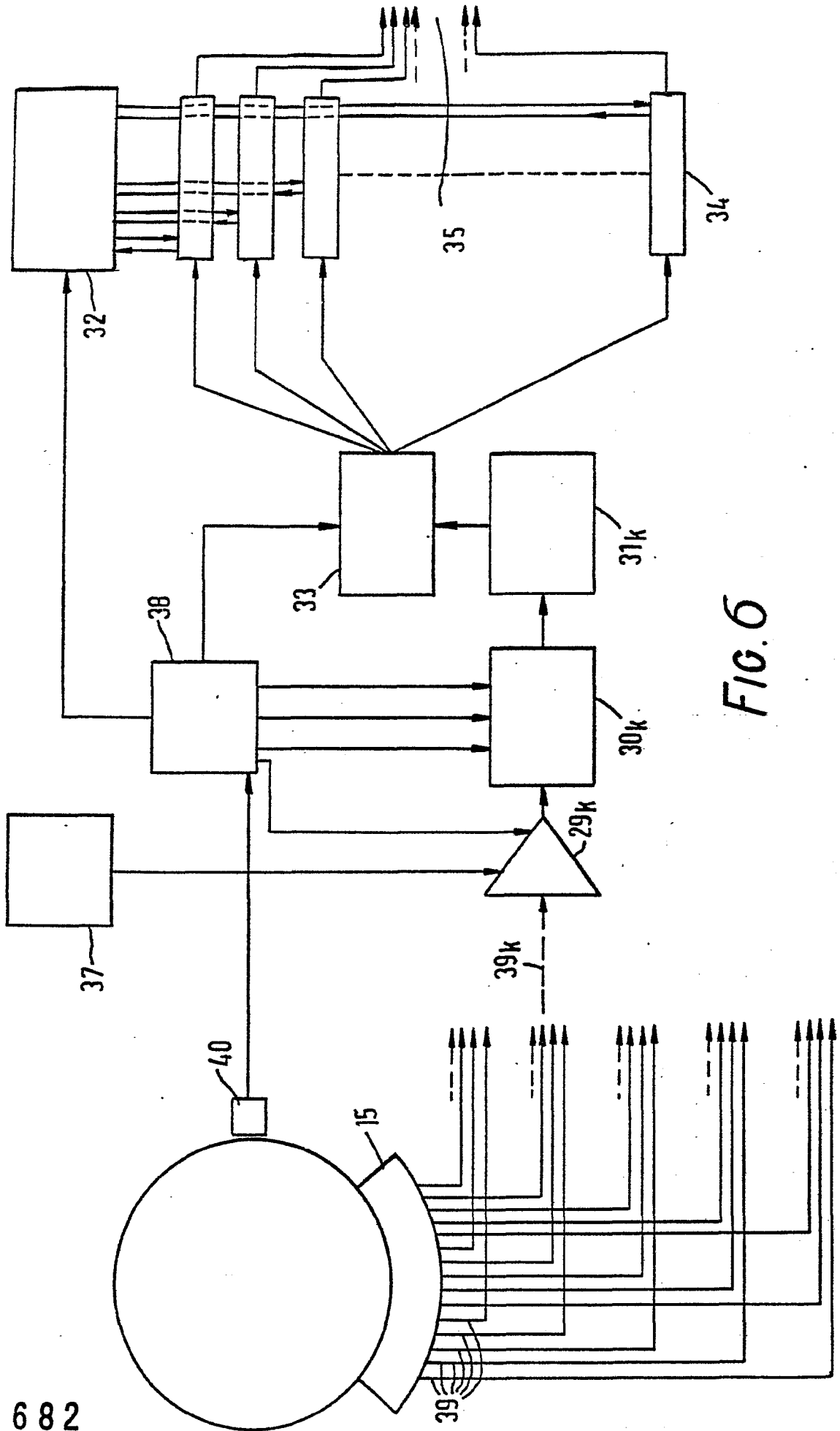


FIG. 6