
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7906323**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Inrichting voor het maken van een röntgenfoto van een voorwerp.**
- ⑤1 Int.Cl.³: G03B41/16, G03C5/16.
- ⑦1 Aanvrager: General Electric Company te Schenectady, New York, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.H. Boelsma c.s.
Octrooibureau Polak & Charlouis
Laan Copes van Cattenburch 80
2585 GD 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 7906323.
- ②2 Ingediend 21 augustus 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 15 september 1978.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 942548 .
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 18 maart 1980.

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

Inrichting voor het maken van een röntgenfoto van een voorwerp.

De uitvinding heeft betrekking op afbeeldapparatuur van stralingsbeelden en daarmee verband houdende werkwijzen, en meer in het bijzonder op een nieuwe werkwijze en inrichting voor ionenklepelectro-radiografie, waarbij een grote veelheid van kopieën kunnen worden verkregen
5 uit een enkele belichting met straling.

Het is algemeen bekend, dat straling, zoals röntgenstraling gebruikt voor medische diagnostische doeleinden kan worden omgezet in een electrostatisch ladingsbeeld door hetzij een gas, zoals xenon, krypton, freon en dergelijke, onder druk of een röntgenstraling geleidende
10 vloeistof, zoals tetra-methyl-tin (TMT) en dergelijke. Het aldus uit röntgenstraling omgezette electrostatische ladingsbeeld kan worden ontvangen door een laag diëlectrisch materiaal voor de daaropvolgende ontwikkeling tot een zichtbaar beeld met conventionele xerografische technieken. Een inrichting en werkwijze, waarbij gebruik gemaakt wordt
15 van de vorming van een electrostatisch ladingsbeeld worden beschreven in bijvoorbeeld de Amerikaanse octrooischriften 3.859.529, 3.927.322, 3.961.192 en 4.046.439.

De gevoeligheid, als functie van de ingaande dosis röntgenstraling op het röntgenstralings absorberende middel, van deze electro-radio-
20 grafische systemen wordt enigszins beperkt door hetzij röntgenkwantum vlekken danwel de minimale ontwikkelbare ladingsdichtheid van commercieel beschikbare toners toegepast om de ladingsdragende zones van de isolerende film zichtbaar te maken. Algemeen/commercieel verkrijgbare toners vereisen een gemiddelde ladingsdichtheid welke tien nano-coulombs
25 /cm² (nC/cm²) overschrijdt. De meest gevoelige toners, welke niet algemeen verkrijgbaar zijn, kunnen ladingsbeelden ontwikkelen met een gemiddelde ladingsdichtheid van 2nC/cm². Bij apparaten voorzien van een paar elektroden, die hun volume van het stralings-naar-ladingsomzettende gas of vloeistof omsluiten en waarbij het isolerende vel aangebracht is op
30 het inwendige oppervlak van die elektrode, die het verschillend geabsorbeerde stralingspatroon ontvangt, is de resulterende stralingsdosis die vereist is om zichtbare beelden op te wekken van hoge kwaliteit groter dan een aanvaardbare röntgenstralingsdosis, d.w.z. een belichting van ongeveer 1 milli-röntgen (mR). Typerende gevoeligheden
35 en doses kunnen worden ontleend aan gegevens gepubliceerd in

7906323

1 Medical-Physics 1,262 (A. Fenster et al, 1974) en samengevat in onderstaande tabel:

T A B E L

5	Conversie- materiaal	röntgen- stralen- spectra (kVp)	electrode- spleet (mm)	gevoeligheid (nC/cm ² -mR)	gemiddelde dosering (mR)
	TMI	65	2	0,9	11,1
	(100kV/cm veld)	80	2	1,2	8,3
10		100	2	1,9	5,3
		65	4	1,0	10,0
		80	4	1,3	7,7
		100	4	2,2	4,5

15	XENON	65	10	2,2	4,5
	(10 atm.)	80	10	2,9	3,4
		100	10	3,3	3,0

	FREON	65	10	0,7	14,3
	(10 atm.)	80	10	0,75	13,3
20		100	10	0,8	12,5

Men zal inzien dat zichtbare beelden een belichting vergen, die ten minste 200% hoger is dan het gewenste maximale belichtingsniveau van 1mR. Daarenboven kunnen de meeste electroradiografische systemen, met uitzondering van die beschreven in het hiervoor genoemde Amerikaanse octrooischrift 4.064.439, slechts een enkel röntgenbeeld per stralings-
25 belichting produceren, waardoor duplicatie van het originele exemplaar met andere technieken moet worden uitgevoerd, zoals het conventionele

7906323

fotokopiëren onder toepassing van dure zilver-halogenide film of diazo-
type printen met geleidelijk groter wordende afmetingen van de gebreken,
die zich voordoen omdat er kopiëen worden gemaakt van kopiëen. Dienover-
eenkomstig is een werkwijze en inrichting, die niet enkel de gevoeligheid
5 van een electroradiografisch systeem kunnen vergroten ten einde een
belichtingsdosis niet groter dan 1 mR te vereisen en dat eveneens het
produceren van multikopiëen van het röntgenbeeld kan vergemakkelijken,
zoals vereist, zeer gewenst.

In overeenstemming met de uitvinding omvat een inrichting voor
10 ionenklepröntgenfotografie een paar geleidende, van elkaar verwijderde
elektroden, waarbij het zich daartussen bevindende volume gevuld is met
een gasachtig of vloeibaar materiaal gekenmerkt door het omzetten van
straling in elektrische lading, en met een geperforeerde film of mazen-
structuur, voorzien van een geleidende laag, die een isolerende film
15 ondersteunt op het oppervlak ervan, dat zich het dichtst bevindt bij
de electrode, die de verschillend geabsorbeerde straling ontvangt,
aangebracht tussen de beide electroden. Elektrische velden worden tot
stand gebracht via het gebied van conversiemateriaal gelegen tussen de
stralingsontvangende electrode en de geleidende mazen, en de zone tussen
20 de mazen en de overige electrode, waarbij de velden nagenoeg van gelijke
magnitude zijn. Het conversiemateriaal creëert electronen en ionen, die
reageren op de grootte van de ontvangen straling, waarbij een gedeelte
van de gevormde ionen in het conversiemateriaal gebied, tussen de
stralingsontvangende electrode en het geleidende maaswerk, ontvangen
25 worden op het oppervlak van de isolerende laag van het maaswerk. Middelen
zijn aanwezig voor het slijpen van het paar electroden en het maaswerk
na de blootstelling aan straling, en om de maasstructuur te bewegen over
een voorgeselecteerde afstand evenwijdig aan een andere electrode, die
een isolerende laag ondersteunt, welke laag zich bevindt op een oppervlak
30 ervan, dat zich het dichtst bevindt bij de ladingsdragende isolerende
laag van het maaswerk. Ionen, van gelijke polariteit als de ionen ontvangen
op het mazenoppervlak van de isolerende laag, worden dan geprojecteerd
van buiten het geleidende gedeelte van de mazen naar de mazen, waarbij
het passeren van de geprojecteerde ionen door de tussenruimten van de
35 mazen gemoduleerd wordt door het ladingspatroon opgeslagen op de isolerende

7906323

laag van het maaswerk. De gemoduleerde ionenstromen produceren een ladingsbeeld, op de elektrode ondersteunde laag, die reconstructief is voor de stralingsabsorptie-eigenschappen van het te bestuderen voorwerp. De vervaltijd van het ladingsbeeld op het oppervlak van de isolerende laag van de mazenstructuur is betrekkelijk lang, waardoor relatief lange tijdsintervallen van ionenprojectie kunnen worden toegepast voor het produceren van beelden met sterk contrast, en waardoor relatief grote aantallen kopieën op het ladingsbeeld kunnen worden opgewekt op grond van een enkele stralingsblootstelling.

In een de voorkeur verdienende uitvoeringsvorm is het conversiemateriaal tetra-methyl-tin (TMT) vloeistof en is de isolerende laag van de mazenstructuur vooraf blootgesteld aan bestraling of lading, d.w.z. zonder de aanwezigheid van het te bestuderen object (patiënt) ten einde een gelijkmatige achtergrondsladingsdichtheid neer te slaan op het maaswerk voorafgaande aan blootstelling van de patiënt, waardoor de opwekking van fotografische beelden vergemakkelijkt wordt, die een oplossend vermogen bezitten van ten minste twintig lijnen-paren per millimeter met een stralingsdosis niet groter dan 1 mR.

In een andere de voorkeur verdienende uitvoeringsvorm, waarbij hoge druk gassen van xenon, krypton of freon worden toegepast, kan een gekromde elektrode met een krommingsmiddelpunt gelegen in het brandpunt van de stralingsbron, worden toegepast, om het paar elektroden tijdens belichting te vervangen. Platte elektroden, welke een convergerend elektrisch veld opwekken, in de richting naar de stralingsbron kunnen eveneens worden toegepast en waarbij de mazenstructuur geplaatst wordt op de stralingsontvangende, equipotentiale elektrode ervan.

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

Fig. 1 toont een langsdoorsnede van een op het ogenblik de voorkeur genietende uitvoeringsvorm van een multi-kopie ionenklepröntgen-fotografische inrichting, in overeenstemming met de beginselen van de onderhavige uitvinding; en

Fig. 2 geeft een langsdoorsnede van een andere op dit ogenblik de voorkeur verdienende uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding.

7906323

Onder verwijzing naar fig. 1 wordt daarin weergegeven een met een ionenklep uitgeruste röntgenfotografische inrichting 10, toegepast voor het produceren van een grote veelheid van kopieën van het absorptiepatroon van straling 11, zoals röntgenstraling en dergelijke, die verschillend geabsorbeerd wordt tijdens het passeren van een te bestuderen object 12. Gedeelten van de röntgenstraling 11 lopen niet door het object 12 en arriveren dus bij de inrichting 10 zonder dat er enige verzwakking van betekenis heeft plaatsgevonden; andere stralingskwanta lopen door het object en worden daardoor verzwakt in overeenstemming met de relatieve absorptie van dat gedeelte van het object, waarnaar elk stralingskwant loopt. Aldus loopt een röntgenstralingskwant 11a door een dunner gedeelte 12a van het object, waarbij energie wordt geabsorbeerd en het kwant treedt uit als kwant 11c met een relatief lagere energieflex. Een ander kwant 11b treedt een relatief dik gedeelte 12b van het voorwerp binnen, en indien het gedeelte 12b van voldoende dichtheid en/of dikte is, wordt het kwant 11b volledig geabsorbeerd daarin, d.w.z. straling loopt niet door het dichtere gedeelte 12b.

De verschillend geabsorbeerde straling valt op het buitenoppervlak van een eerste geleidende, planaire elektrode 14 en wordt daardoor heen doorgelaten naar een hoeveelheid materiaal 16, zich bevindend tussen een eerste elektrode 14 en een tweede geleidende, planaire elektrode 18, geplaatst evenwijdig daaraan en daarvan verwijderd. Het materiaal 16 wordt gekenmerkt door conversie van opvallende röntgenstralen in geladen deeltjes en kan een vloeistof zijn, zoals tetra-methyl-tin (TMT) en dergelijke, op een gas, zoals xenon, krypton, freon en dergelijke, onder hoge druk. Een geschikte container wordt gevormd door de toevoeging van zijwanden 20a en 20b (plus niet-weergegeven eindwanden), gevormd uit elektrisch isolerende materialen om het gasachtige of vloeibare materiaal te kunnen verpompen uit een (niet-weergegeven) bron via een ingang-uitgang verbinding 22 tot in de belichtingskamer 23 bepaald tussen de eerste en tweede elektroden 14 en 18, die daarin gehandhaafd wordt op de vereiste druk. Een mazenstructuur 25 is geplaatst binnen de kamer en evenwijdig aan elektroden 14 en 18. De mazenstructuur kan een geperforeerde film of een geleidend maaswerk 27 met een rangschikking van daarin gevormde openingen 28, met een laag 30 van isolerend materiaal ondersteund op de massieve gedeelten van het mazenoppervlak, dat gekeerd is naar de

7906323

stralingsontvangende electrode 14. Het maaswerk 27 bezit bij voorkeur een ruimte L tussen de middelpunten van openingen 28, in de orde van 20 micron, en bezit een doorlatendheid van 50% of meer, waarbij de diameter d van elke opening 28 in een voorkeursuitvoering ongeveer 28micron is, voor een maaswerk met een dikte T_1 van ongeveer 8 micron. Het maaswerk kan gevormd zijn uit een willekeurig materiaal dat voldoende trekvastheid bezit en kan omvatten metalen zoals koper, nikkel, ion en chroom en metallische legeringen zoals roestvrij staal en dergelijke. De materialen kunnen geleidend of halfgeleidend zijn, maar moeten een soortelijke weerstand bezitten minder dan ca. 10^9 ohm-cm. De isolerende laag 30 is gevormd met een typerende dikte T_2 van ongeveer 3 à 40 micron, en kan worden gefabriceerd uit een anorganisch materiaal, zoals siliciumdioxide, glas, en dergelijke, of een organisch materiaal zoals polystyreen, polyesterharsen, polypropeenharsen, polycarbonaatharsen, acrylharsen, vinylharsen, epoxyharsen, polyethyleentereftalaat en polyfluorideharsen, polydifenylsiloxan en dergelijke. Soortgelijke isolerende materialen kunnen worden toegepast, zolang de soortelijke weerstand van de isolerende laag 30 groter is dan ongeveer 5×10^{15} ohm-cm.

Een eerste spanningsbron 35 met grootte V_A is geschakeld tussen een stralingsontvangende electrode 14 en geleidend maaswerk of rooster 27, waarbij de polariteit zodanig is, dat het rooster positief is ten opzichte van de electrode 14. De bronwaarde V_A en de scheidingsafstand D_A tussen de naar elkaar toegekeerde oppervlakken van de stralingsontvangende electrode 14 en het geleidende rooster 27, zijn nevensgeschikt uitgevoerd ter verschaffing van een eerste elektrisch veld 38 met de grootte E_A en gericht via het conversiemateriaal 16 van het rooster 27 naar de electrode 14. Een tweede elektrische spanningsbron 40 ter grootte V_B is geschakeld tussen het rooster 27 en de electrode 18 met een zodanige polariteit dat de electrode positiever is dan het rooster; de naar elkaar toegekeerde oppervlakken van het rooster 27 en de electrode 18 zijn van elkaar gescheiden door een afstand D_B , waardoor een elektrisch veld 42 ter grootte E_B gevormd wordt en gericht is van de electrode naar het rooster. Op voordelige wijze zijn de grootten van de velden 38 en 42 nagenoeg gelijk, d.w.z. E_A is nagenoeg gelijk aan E_B . In een typerend geval

7906323

is de scheidingsas van D_B tussen het rooster en de onderste elektrode 18 in de orde van 2 tot 4 mm. Het zal duidelijk zijn dat de scheidingsafstand D_B geregeerd wordt door de hoeveelheid vervorming van de dunne mazenstructuur 25, reagerend op het daardoorheen gaande elektrische veld.

5 Aangezien de omtrek van de mazenstructuur 25 wordt ondersteund door een frame 45 (waarvan slechts het rechter- en het linkereindgedeelte ervan in doorsnede in fig. 1 is weergegeven) blijft de omtrek van het rooster relatief onvervormd, waarbij een maximale vervorming optreedt in het centrum van het rooster en naar één van de elektroden 14 of 18. Indien
10 een voldoende sterk rooster 27 wordt toegepast ten einde deze vervorming te reduceren kan de scheidingsafstand D_B tussen de naar elkaar toegekeerde oppervlakken van het rooster en de elektrode 18, worden gereduceerd met een reductie in de grootte V_B van de spanningsbron 40. Een star rooster 27 zou een reductie van de scheidingsafstand V_B mogelijk maken tot
15 nagenoeg nul, waarbij de bron 40 vervangen dient te worden door een kort sluiting.

In bedrijf wordt het object 12 blootgesteld aan straling en de verschillend geabsorbeerde straling wordt doorgelaten via de elektrode 14 naar het conversiemateriaal 16. De stralingskwanta worden omgezet in
20 geladen deeltjes, d.w.z. negatief geladen electronen of ionen en positief geladen ionen. Een gedeelte van de ionen opgewekt in het gebied tussen elektrode 14 en rooster 27 loope naar het oppervlak 30a van de isolerende laag dat zich het dichtst bevindt bij de elektrode 14; de in elk gedeelte van het oppervlak 30a ontvangen positieve lading is
25 evenredig met de hoeveelheid straling ontvangen in het conversiemateriaal volume boven dat oppervlakgedeelte en is dienovereenkomstig omgekeerd evenredig met de absorptie van de straling door het object 12. Aldus bezitten die gedeelten 30b van de isolerende laag die de nagenoeg onverzwakte straling 11 ontvangen, die niet door het object gegaan is,
30 een groter aantal positieve ladingen 50 nabij het oppervlak ervan dan andere zones 30c van de isolerende laag, welke zich bevinden onder het dunnere gedeelte 12a van het object en ontvangen aldus een kleinere ladingsgrootte overeenkomend met de verzwakte grootte van de straling 11c, die de kamer binnentreedt. Andere zones 30d van de isolerende laag

7906323

die geplaatst zijn onder de relatief dikke en dichte gedeelten 12b van het object, ontvangen in hoofdzaak nul-lading - wegens de absorptie van stralingskwanta 11b binnen het object.

Na belichting van het object worden het geleidende rooster 27,
5 de onderste electrode 18 en de stralingsontvangende electrode 14 allen
geaard door bediening van de betreffende schakelaars S_1 , S_2 en S_3 in de
richting van de bijbehorende pijlen. Het conversiemateriaal 16 wordt
via buis 22 verpompt ^{van} uit de kamer en wordt de kamer geopend zoals door
verwijdering van de kamerzijwand 20a. Het frame 45 wordt uit de kamer
10 gedreven en wordt ondersteund door geschikte middelen, zoals scharnier-
bare poten 55, die scharnierbaar gemonteerd zijn aan de voorzijde en
achterzijde van het frame 45 om overzetting mogelijk te maken van de
mazenstructuur 25 vanuit het belichtingskamervolume in een ontwikkel-
kamer 70. De mazenstructuur wordt geplaatst met het geaarde rooster 27
15 evenwijdig aan een andere planaire electrode 60, gescheiden van het
toegekeerde oppervlak van het rooster 27 over een afstand D_C . Een veld 62
van isolerend materiaal, zoals plastic en dergelijke, wordt ondersteund
door het electrode-oppervlak 60a, dat zich het dichtst bij de mazen-
structuur bevindt. Een spanningsbron 35' drukt een spanning op ter
20 grootte V_A' tussen het rooster 27 en de electrode 60, en waarbij het
rooster zich op positieve polariteit bevindt ten opzichte van de
electrode. Een tweede potentiaalbron 40' drukt een spanning ter
grootte V_B' op tussen het rooster en een ionenbron 65, waarbij de
ionenbron gehandhaafd wordt op een positieve polariteit ten opzichte
25 van het rooster. Spanningsbronnen 35' en 40' kunnen dezelfde bronnen
35 en 40 zijn gebruikt voor het aanleggen van spanningen aan elektroden
14 en 18 ten opzichte van rooster 27 in de belichtingskamer. De
spanningswaarden V_A' en V_B' in de ontwikkelkamer 70 worden gecoördineerd
met de electrode-rooster scheidingsafstand D_C en de scheiding tussen het
30 rooster en de ionenbron 65 voor het produceren van een eerste veld 67
resp. een tweede veld 68 van bij benadering gelijke grootte E_p en
gericht in deze volgorde van de ionenbron naar het rooster en vandaar
naar de electrode 60. Het rooster 27 blijft op aardpotentiaal en de
ionenbron, welke een scorotron, corotron en dergelijke kan zijn,

7906323

projecteert een stroom van geladen deeltjes 70, van gelijke polariteit naar de lading 50, die zich bevindt nabij het oppervlak 30a van de isolerende laag, naar het oppervlak 27a van het rooster dat zich het verst bevindt van de isolerende laag 30. De ionenbron wordt ingericht voor beweging in richtingen volgens de pijlen F & G ten einde de stroom 71 van ionen 72 achtereenvolgens te richten over het gehele roosteroppervlak 27a en door alle roosteropeningen 28. Ionen 72 worden versneld door het veld 68 en arriveren achtereenvolgens bij het rooster 27; die van ionen 72, die lopen door de roosteropeningen 28, ondervinden de variërende grootten van de ladingsverdeling aan de uittree-einden van de openingen. Naarmate de lading 50 van dezelfde polariteit is als de lading der ionen 72, is de sterkte van de ionenstroom 71', die de mazenstructuur 25 verlaat naar het isolerende veld 72, omgekeerd evenredig met de grootte van lading, die eerder neergeslagen werd op elk "eiland" van isolerend materiaal. Aldus wanneer de ionenstroom loopt door een opening geflankeerd door isolerende zones 30b, die een relatief grote ladingsmagnitude 50 bezitten nabij het oppervlak ervan, voorkomt een wisselwerking van gelijke polariteit nagenoeg dat elk ion loopt in het volume tussen de mazenstructuur 25 en de electrode 60, waardoor nagenoeg geen lading wordt gedeponeerd op het oppervlak van de isolerende laag 62, die gekeerd is naar de mazenstructuur en uitgericht is ten opzichte van de zones 30b van de isolerende materiaallaag. Wanneer de stroom 71 van ladingsdeeltjes 72 andere openingen 28 binnentreedt omgeven door andere gedeelten 30c van de isolerende materiaallaag, welke gedeelten 30c een kleinere ladingswaarde 50 bezitten nabij het oppervlak ervan, zijn de ladingswisselwerkingen van gelijke polariteit overeenkomstig zwakker en treedt een kleine hoeveelheid ionen naar buiten uit de bijbehorende openingen en worden versneld door het veld 67 voor neerslag op het oppervlak 62a van de isolerende materiaallaag. De ionenstroom, die gaat door openingen 28 en door die gedeelten 30b van de isolerende laag, waarop nagenoeg geen lading was neergeslagen, als gevolg van de absorptie van röntgenkwanta in het bijbehorende gedeelte van het te bestuderen object, zijn dientengevolge niet betrokken bij wisselwerkingen van gelijke polariteit en nagenoeg alle

7906323

van de bron uitgezonden ionen 72 gaande door deze openingen worden versneld door het veld 66 en worden neergeslagen op het oppervlak 62a van het isolerende vel. Daardoor wordt een ladingsbeeld, in grootte evenredig met de dichtheid van het te bestuderen object, neergeslagen op het oppervlak 62a van het isolerende vel ondersteund door electrode 60. Het ladingsbeeld op het vel 62 wordt achtereenvolgens ontwikkeld onder gebruikmaking van een toner en bekende xerografische technieken.

Aangezien de vervaltijd van het isolerende materiaal, dat gebruikt wordt voor de isolerende laag 30, relatief lang is, blijven de ladingen 50 zitten nabij het oppervlak van de laag en werken in op ionenstroom 71 gedurende relatief lange tijdsperiodes, waardoor de hoeveelheid lading neergeslagen op het vel 62 zich kan opbouwen over een tijdsperiode die groter is dan de hoeveelheid lading, die de ladings "eilanden" vormt op de mazenstructuur en een verbeterd contrast kan worden verkregen. Men kan inzien, dat na het deponeren van een ladingsbeeld op het eerste vel 62, het eerste vel kan worden verwijderd voor ontwikkeling en volgende vellen isolerend materiaal kunnen worden geplaatst op het electrode-oppervlak 60a en de ionenbron opnieuw gedwongen kan worden het rooster-oppervlak te doorlopen, terwijl een stroom ionen uitgezonden wordt door alle openingen van het roostersamenstel, waardoor een ladingsbeeld verschaft wordt om een op elkaar volgende veelheid van vellen, zoals vergemakkelijkt door de relatief lange ladingsvervaltijd van het ladingsbeeld op de mazenstructuur.

De resolutie van het ionen geprojecteerde beeld is afhankelijk van de opening dimensie d en de opening dimensie L hart op hart van het rooster en is eveneens afhankelijk van de grootte E_p van het ionen projectieveld. Op voordelige wijze kan men de grootte E_p van het ionen projectieveld vergroten door de ladingsdichtheid op het oppervlak 30a van de isolerende laag 30 van de mazenstructuur te vergroten. Dit wordt bewerkstelligd door vooraf de isolerende laag 30 te belichten buiten aanwezigheid van de patiënt, om een gelijkmatige achtergrond ladingsdichtheid σ_0 daarop te verkrijgen. De belichting vooraf kan geschieden hetzij door de straling 11 te dirigeren naar de belichtingskamer 23 om te maken dat de achtergrond ladingsdichtheid σ_0 zich opbouwt over het

7906323

gehele oppervlak 30a van de isolerende laag van de mazenstructuur, danwel door de gelijkmatige achtergrond ladingsdichtheid σ_0 daarop te deponeren door middel van een ionenemitter 75, zoals een scorotron, corotron en dergelijke, die gedwongen wordt de isolerende laag 30a te doorlopen
5 vanuit een positie gelegen nabij het inwendige oppervlak van de elektrode 14. Na de belichting vooraf wordt het te bestuderen voorwerp 12 verplaatst naar een positie tegenover het uitwendige oppervlak van de elektrode 14 en is de beeldbelichting voltooid. In een typerend geval, wanneer de maximale beeldladingsdichtheid σ_{iM} in de orde is van
10 $0,9nC/cm^2$ en de minimale beeldladingsdichtheid σ_{im} in de orde is van $0,1nC/cm^2$ met een mazenstructuur die een doorlatendheid van 50% bezit en een gemiddelde ladingsdichtheid van $1,0nC/cm^2$ als gevolg van röntgenstralen belichting wanneer het object 12 aanwezig is, kan een positieve gelijkmatige achtergrond ladingsdichtheid σ_0 van ongeveer $3nC/cm^2$
15 worden toegepast. Op soortgelijke wijze kan de voor belichting vooraf bestemde gelijkmatige achtergrondlading bestaan uit negatieve ionen of electronen, waarbij een typerende gelijkmatige achtergrond ladingsdichtheid σ_0 van ongeveer $-4nC/cm^2$ wordt toegepast. Het zal duidelijk zijn, dat ladingen van tegengestelde polariteit eveneens kunnen worden
20 gebruikt, waarbij de polariteit van de spanningsbronnen 35, 35', 40, 45'; ionen 72; ladingen 50 en de richtingen der velden 38, 42, 67 en 68 omgekeerd zijn.

De grootte E_p van het ionen projecterende veld is bij benadering gelijk aan $(\sigma_0 + \sigma_{iM}) / (3K\epsilon_0)$, waarin ϵ_0 = de diëlectrische constante van
25 lucht en K = een relatieve diëlectrische constante van de mazenstructuur isolerende laag 30. Voor de geïllustreerde uitvoeringsvorm, waarin $K = 2,5$, $\sigma_0 = 3nC/cm^2$ en $\sigma_{iM} = 0,9 nC/cm^2$, is de grootte van het ionenversnellingsveld $E_p = 5880 V/cm$. Indien de afstand D_C in de ontwikkelkamer $0,4 cm$ is, is de resolutie ten gevolge van ionenprojectie bij benadering
30 $21,5$ lijnpaaren/mm. De gemiddelde ladingsdichtheid van het ladingsbeeld op de diëlectrische film 62 is afhankelijk van de ionenfluxdichtheid en de ionenprojectietijd, en zal gemakkelijk de gemiddelde ladingsdichtheid ten bedrage van $10nC/cm^2$ overschrijden die noodzakelijk is voor de ontwikkeling van het ladingsbeeld met toners die op dit tijdstip

7906323

commercieel beschikbaar zijn. Aldus bij een ionenprojectieresolutie van 21,5 lijnpaaren/mm en met resoluties in het vloeibare röntgenstralings-absorptiemiddel 16 en de mazenstructuur 25 van 20 en 25 lijnpaaren/mm, zal het resulterende ladingsbeeld op de diëlectrische film een resolutie hebben in de orde van 7,3 lijnpaaren/mm.

Ofschoon de vlakke electrode-inrichting van fig. 1 kan worden gebruikt met vloeibaar of gasachtig röntgenstralen conversiemateriaal, wordt in fig. 2 een alternatieve, de voorkeur verdienende uitvoering voor gebruik met gasachtig conversiemateriaal weergegeven, zoals hoge druk gassen van xenon, krypton, freon en dergelijke. De emissies van de stralingspuntbron 80 worden beperkt tot een vaste hoek, waardoor stralingskwanta 11', 11a' en 11b' van elkaar gaan afwijken tijdens het doorlopen van het object 12 en bij aankomst aan het naar buiten gekeerde oppervlak van de eerste electrode 14'. In deze uitvoering wordt de mazenstructuur 25' bestaande uit het geleidende rooster 27 ondersteunende isolerende materiaal 30 op massieve gedeelten ervan, rechtstreeks geplaatst tegen de verschilstraling ontvangende electrode, waardoor de geleidende laag 27 aanligt tegen het inwendige oppervlak van de electrode 14'. Het conversiegas 85 vult de openingen 28 van de mazenstructuur 25' en het volume tussen de mazenstructuur en het inwendige oppervlak van een lagere electrodestructuur 90. Om te maken dat de electrode 40' een equipotentiaal oppervlak is en om een elektrisch veld 92 op te wekken dat convergeert naar de puntbron 80 voor het elimineren van de geometrische onscherpte veroorzaakt door het hogedruk-gas in de spleet tussen electrode 14' en 90, wordt de onderste electrode 90 zodanig ontworpen dat zij concentrische equipotentiale cirkelringen vormt. Dienovereenkomstig bezit een resistief lichaam 92 een planair oppervlak 94a dat verwijderd is van en evenwijdig is aan het vlak van zowel de electrode 40' als het roosteroppervlak 30a. Een ring 96 van geleidend materiaal is geplaatst om de omtrek van het cirkelvormig oppervlak 94a onder vorming van een concentrische equipotentiale schutring. Het resistieve lichaam bezit een niet-lineaire radiale weerstandskarakteristiek tussen de hartlijn 90a en de omtrek 90b van de electrode. Een spanningsbron 97 ter grootte V_2 is geschakeld tussen de

7906323

schuifring 96 en het middelpunt 94c van het gekromde oppervlak 94b van het resistieve lichaam, en met een zodanige polariteit, dat de schuifring negatief is ten opzichte van het midden van het resistieve lichaam. Een tweede spanningsbron 40" ter grootte V_B " is geschakeld tussen het
5 middelpunt 94c van het resistieve lichaam en de geaarde bovenste elektrode 14'. De niet-lineaire weerstand van het lichaam 90 ten opzichte van de hartas 90a ervan (gaande door het middelpunt 94c), maakt dat de veldlijnen 92 convergeren naar de puntbron. De grootte van het elektrische veld 92 vereist om electronen en ionen te verzamelen in een hoge-druk-gas is aanzienlijk lager dan de grootte van het veld vereist voor het
10 verzamelen in een vloeibaar röntgenstralings-absorptiemiddel, waardoor de spanning op de mazenstructuur als gevolg van het veld kleiner is wanneer hogedruk-gas wordt toegepast. De verminderde grootte van veldgeïnduceerde roostervervorming maakt het mogelijk de potentiaal en
15 afstand tussen de mazenstructuur en de stralingsontvangende elektrode nagenoeg tot nul te reduceren. Daarenboven kan een dunner en fijner rooster 27 worden toegepast. In een typerend geval is de hart op hartafstand L' van het rooster ongeveer 25 micron met dezelfde 50% doorlaatbaarheid karakteristiek als eerder hierboven besproken voor de uitvoeringsvorm van fig. 1. Voor een rooster met een hart tot hartafstand van 25 micron en met een doorlatendheid van 50% wordt de voorkeur
20 gegeven aan een dikte T_1' van het geleidende rooster van tussen ongeveer 4 en ongeveer 10 micron, en een isolerende laagdikte T_2' van ongeveer 3 tot ongeveer 15 micron. Gebleken is dat een typerende resolutie voor het röntgenstralingsabsorberende hogedruk-gas in de orde is van 10 lijnparen/mm; de resolutie van de mazenstructuur is in de orde van 40 lijnparen/mm en de resolutie als gevolg van ionenprojectie is, zoals
25 hierboven vermeld, in de orde van 21,5 lijnparen/mm. De resulterende resolutie van het ionen radiografische systeem is bij benadering
30 6 lijnparen/mm.

7906323

C O N C L U S I E S

1. Inrichting voor het maken van een röntgenfoto van een voorwerp of object, dat op verschillende wijze straling absorbeert uit een stralingsbron, gekenmerkt door een belichtingskamer omvattende een eerste electrode, die de verschillend geabsorbeerde straling ontvangt; een
5 tweede electrode, die van de eerste electrode over een voorgeselecteerde afstand verwijderd is; middelen die het volume tussen de eerste en de tweede electrode opvullen en bestemd zijn om de verschillend geabsorbeerde straling, die door de eerste electrode heenloopt, in elektrisch geladen deeltjes om te zetten;
- 10 een mazenstructuur geplaatst binnen het volume van het omzettende middel tussen de eerste en de tweede electrode, welke mazenstructuur een geleidend rooster omvat alsmede een laag van isolerend materiaal steunend op het oppervlak van het massieve gedeelte van het rooster, dat zich het dichtst bij de eerste electrode bevindt;
- 15 een eerste middel voor het verschaffen van een electricch veld tussen de eerste en de tweede electrode om te maken dat ten minste sommige van de geladen deeltjes die omgezet zijn door het omzettingsmiddel zich verzamelen nabij het oppervlak van de isolerende laag van de mazenstructuur, die het verst van het rooster afgelegen is onder
20 vorming van een ladingspatroon daarop, dat representatief is voor het voorwerp;
- een ontwikkelkamer, waaronder een derde electrode voorzien van een oppervlakte, een vel isolerend materiaal ondersteund door het derde electrodeoppervlak; middel verwijderd van het derde electrode-
25 oppervlak voor het werpen of projecteren van een stroom ionen naar het isolerende vel; en een tweede middel voor het vormen van een electricch veld tussen het ionenwerpende middel en de derde electrode voor het versnellen van de ionen naar het isolerende vel; en
- een middel voor het bewegen van de mazenstructuur vanuit de
30 belichtingskamer na verzameling van het ladingspatroon reagerend op de verschillende geabsorbeerde straling, naar een positie in de ontwikkelkamer en tussen het derde electrode-oppervlak en het ionenwerpende middel;
- 35 waarbij de stroom van de door de mazenstructuur heen naar het oppervlak van het isolerende vel geworpen ionen wordt geregeld door het

7906323

op de isolatielaag van de mazenstructuur gedeponeerde ladingspatroon ten einde een ladingspatroon te produceren op het oppervlak van het isolerende vel, dat representatief is voor de stralingsabsorberende eigenschappen van dat voorwerp.

5 2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het conversiemiddel een materiaal is in de gasachtige toestand en op een druk gehouden wordt groter dan atmosferische druk.

3. Inrichting volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het gasachtige materiaal xenon, krypton of freon is.

10 4. Inrichting volgens conclusie 2 of 3, met het kenmerk, dat de belichtingskamer een middel bevat voor het handhaven van het gasachtige materiaal op de druk en binnen het volume tussen de eerste en de tweede electrode.

15 5. Inrichting volgens conclusie 4, gekenmerkt door middelen voor het selectief vullen en ledigen van het volume met het gasachtige materiaal bij die druk.

6. Inrichting volgens één der conclusies 2-5, met het kenmerk, dat het rooster een doorlatendheid bezit van ongeveer 50% met openingen met een hart op hart afstand van ongeveer 25 micron.

20 7. Inrichting volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de isolerende laag een dikte bezit van ongeveer 3 micron tot ongeveer 15 micron.

8. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het conversiemiddel een materiaal is in de vloeibare toestand.

25 9. Inrichting volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat het vloeibare materiaal tetra-methyl-tin is.

10. Inrichting volgens conclusie 8 of 9, met het kenmerk, dat de belichtingskamer een middel bevat om het vloeibare materiaal te handhaven binnen het volume tussen de eerste en de tweede electrode.

30 11. Inrichting volgens conclusie 10, gekenmerkt door middelen voor het selectief vullen en ledigen van het volume met het vloeibare materiaal.

35 12. Inrichting volgens één der conclusies 8-11, met het kenmerk, dat het raster een doorlatendheid bezit van ongeveer 50% met openingen die een hart op hart afstand van ongeveer 40 micron hebben.

7906323

13. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de isolerende laag een dikte heeft van ongeveer 3 micron tot ongeveer 40 micron.

5 14. Inrichting volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het geleidende raster een geperforeerde film van geleidend materiaal is.

15 15. Inrichting volgens één der voorafgaande conclusies, gekenmerkt door middelen om ten minste het geleidende raster te koppelen aan de elektrische aard potentiaal tijdens de beweging van de rasterstructuur.

10 16. Inrichting volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat het koppelingsmiddel een middel bevat om de eerste en de tweede electrode te koppelen aan de elektrische aard potentiaal tijdens beweging van de rasterstructuur.

15 17. Inrichting volgens één der voorafgaande conclusies, gekenmerkt door middelen voor het neerslaan van een nagenoeg gelijkmatige achtergrondsladingsdichtheid op het isolerende laagoppervlak voorafgaande aan de ontvangst van de verschillend geabsorbeerde straling.

20 18. Inrichting volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het raster een soortelijke weerstand bezit minder dan ongeveer 10^9 ohm-cm.

19. Inrichting volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de isolerende laag een soortelijke weerstand bezit groter dan ongeveer 5×10^{15} ohm-cm.

25 20. Inrichting volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de eerste electrode een planair geleidend lichaam is.

21. Inrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de tweede electrode een planair geleidend lichaam is opgesteld evenwijdig aan het vlak van de eerste electrode.

30 22. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de afstand tussen aangrenzende naar elkaar toe gerichte oppervlakken van de tweede electrode en het raster van de rasterstructuur ligt tussen ongeveer 2 mm tot ongeveer 4 mm.

35 23. Inrichting volgens conclusie 20, met het kenmerk, dat de tweede electrode ingericht is voor het verschaffen tezamen met de eerste electrode van een elektrisch veld, dat convergeert binnen de

7906323

belichtingskamer naar de stralingsbron.

24. Inrichting volgens conclusie 23, met het kenmerk, dat het oppervlak van de geleidende laag van het raster nagenoeg aanligt tegen de eerste electrode.

5 25. Inrichting volgens conclusie 23 of 24, met het kenmerk, dat de tweede electrode een weerstandslichaam omvat voorzien van een planair oppervlak evenwijdig aan de eerste electrode en een gekromd oppervlak tegenover het planaire oppervlak en voorzien van een niet-lineaire weerstandskarakteristiek tussen een hartlijn en de omtrek ervan en een
10 geleidend schutlichaam opgesteld om de omtrek van het weerstandslichaam; waarbij het eerste middel een bron van een elektrische potentiaal omvat geschakeld tussen het midden van het gekromde oppervlak van het weerstandslichaam en het schutlichaam voor het vormen van concentrische equipotentiale ringen bij het planaire oppervlak van het weerstands-
15 lichaam.

26. Werkwijze voor het maken van ten minste één röntgenfoto van een object, dat op verschillende wijze straling absorbeert uit een enkele blootstelling aan een stralingsbron, met het kenmerk, dat

- 20 (a) uitgegaan wordt van een belichtingskamer met daarin een rasterstructuur omvattende een laag isolerend materiaal met een veelheid van daardoorheen gaande openingen;
- (b) de verschillend geabsorbeerde straling binnen de belichtingskamer ontvangen wordt;
- 25 (c) elk binnen de belichtingskamer ontvangen stralingskwantum omgezet wordt in elektrisch geladen deeltjes van ten minste een eerste polariteit;
- (d) de geladen deeltjes van de eerste polariteit aangetrokken worden naar het oppervlak van de isolerende materiaallaag om daarop te vormen een ladingspatroon dat representatief is voor de
30 stralingsabsorberende parameters van het object;
- (e) de rasterstructuur te bewegen naar een ontwikkelkamer;
- (f) ten minste één vel isolerend materiaal achtereenvolgens in de ontwikkelkamer;
- 35 (g) een stroom ionen geprojecteerd wordt van dezelfde polariteit, als de ladingen verzameld op het oppervlak van de isolerende

7906323

materiaallaag via de openingen in de isolerende materiaallaag;

(h) de ionenstroom versneld wordt, gemoduleerd door het patroon van lading, dat zich bevindt op de isolerende materiaallaag, naar het oppervlak van elk der vellen, waarvan er ten minste één isolerend is; en

(i) het patroon ontwikkeld wordt van ionen neergeslagen op elk van de ten minste één isolerende vellen om elk te voorzien van ten minste één röntgenfoto van het voorwerp.

27. Werkwijze volgens conclusie 26, met het kenmerk, dat de maatregel (c) omvat dat een hoeveelheid van een gasachtig materiaal verschaft wordt binnen de belichtingskamer om de stralingskwanta in geladen deeltjes te converteren.

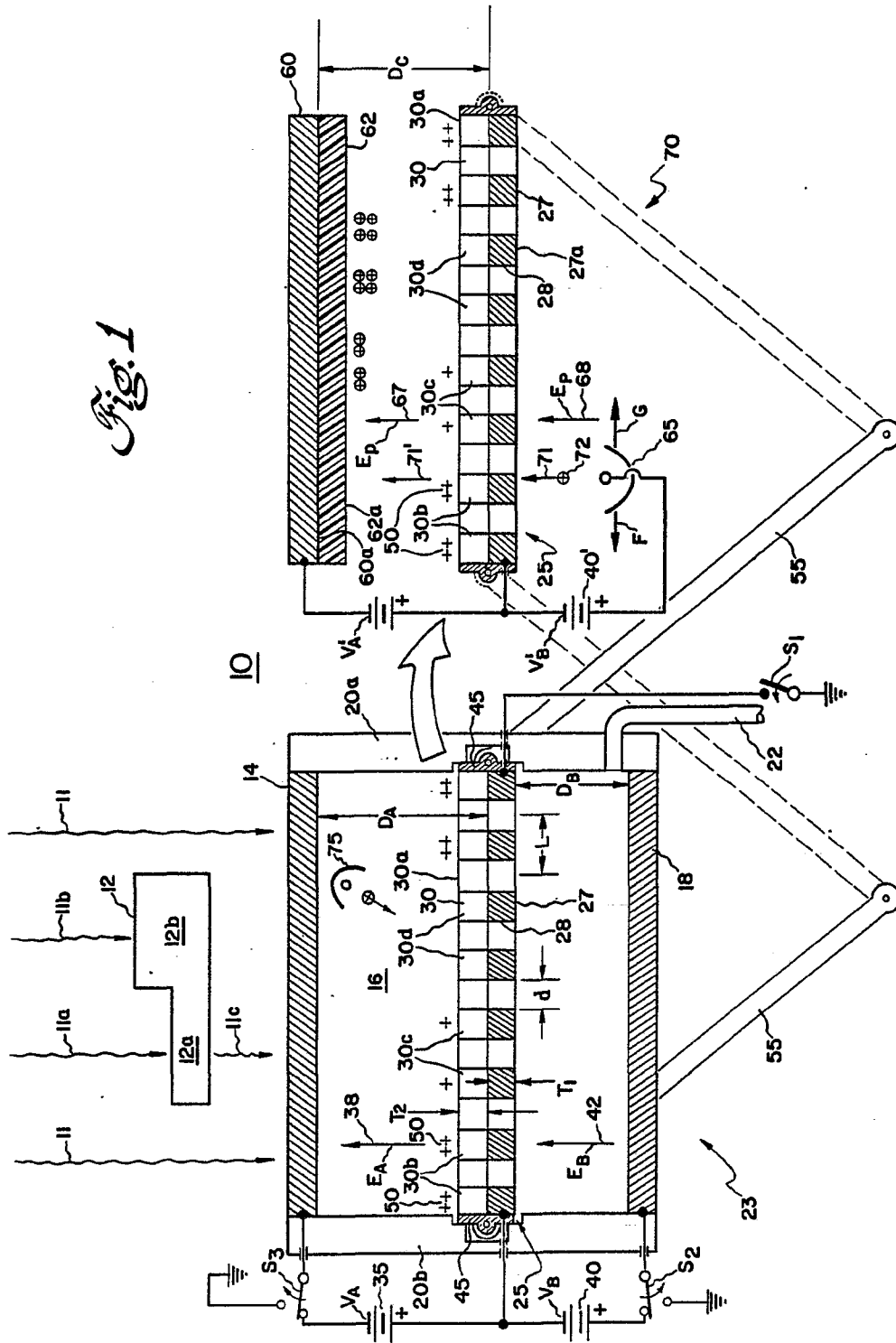
28. Werkwijze volgens conclusie 26, met het kenmerk, dat maatregel (c) de stap omvat van het verschaffen van een hoeveelheid vloeibaar materiaal binnen de belichtingskamer om de stralingskwanta in geladen deeltjes om te zetten.

29. Werkwijze volgens één der conclusies 26-28, met het kenmerk, dat de laag isolerend materiaal wordt ondersteund op een geleidend raster die elk een veelheid van openingen daardoorheen bezitten die uitgericht zijn ten opzichte van één uit de grote hoeveelheid openingen, die gevormd zijn via de isolerende laag ervoor.

30. Werkwijze volgens één der conclusies 26-29, gekenmerkt door het deponeren van een nagenoeg gelijkmatige achtergrond ladingsdichtheid op het oppervlak van de isolerende materiaallaag alvorens daarop te ontvangen geladen deeltjes die omgezet zijn uit de stralingskwanta.

7906323

Fig. 1



7906323

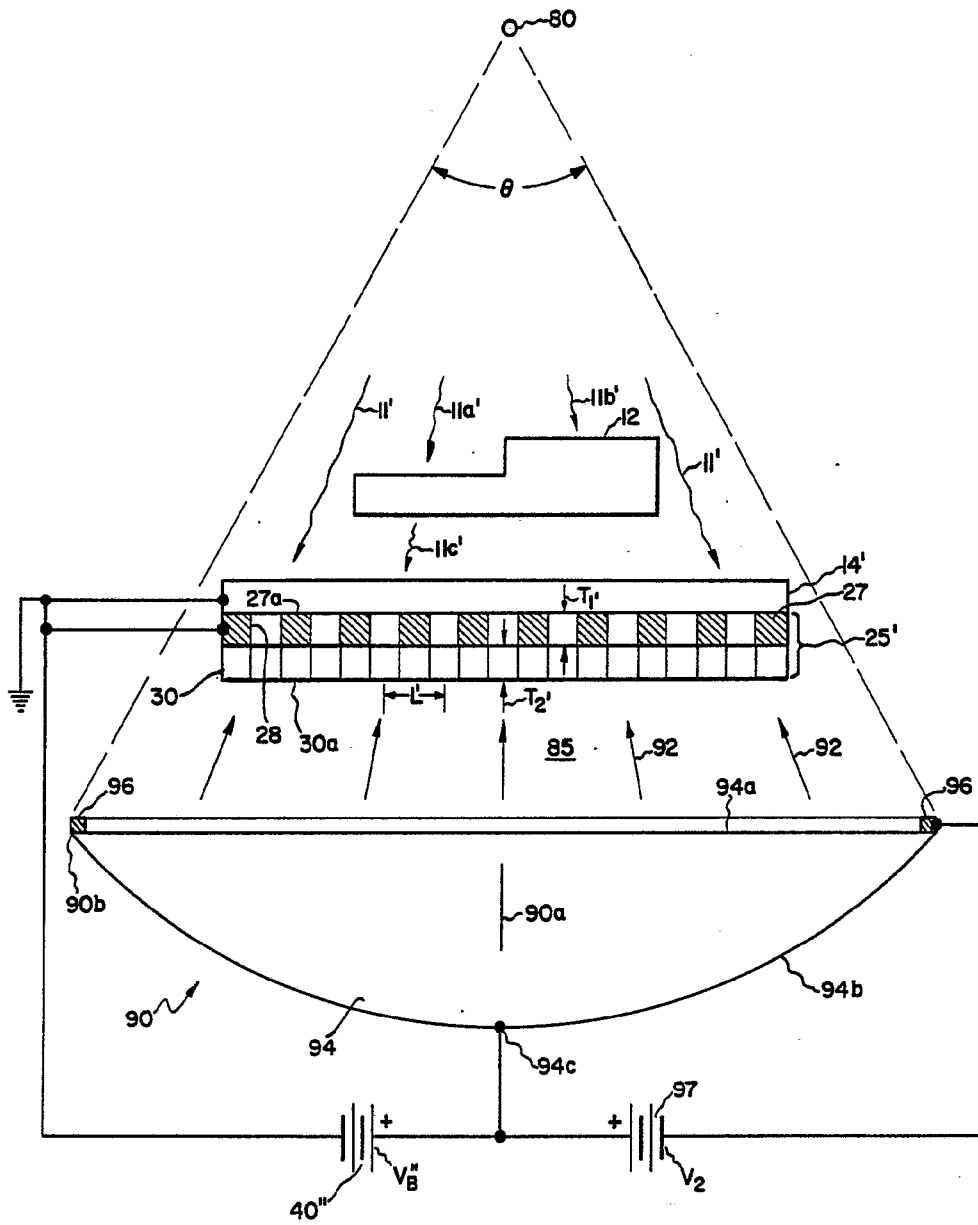


Fig. 2

7906323