
Octroiraad



[10] A **Terinzagelegging** [11] **7507391**

Nederland

[19] NL

[54] **Scintillatiecamera met oplossend vermogen van de tweede orde.**

[51] Int.Cl²: G01T1/161.

[71] Aanvrager: G.D. Searle & Co. te Skokie, Illinois, Ver.St.v.Am.

[74] Gem.: Dr. S. Rosenthal
Vereenigde Octroobureaux
Bezuidenhoutseweg 105
's-Gravenhage..

[21] Aanvraag Nr. 7507391.

[22] Ingediend 20 juni 1975.

[32] Voorrang vanaf 21 juni 1974.

[33] Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

[31] Nummer van de voorrangsaanvraag: 481694.

[23] --

[61] --

[62] --

[43] Ter inzage gelegd 23 december 1975.

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

G. D. Searle & Co.
SKOKIE, Illinois, Verenigde Staten van Amerika.

Scintillatiekamer met oplossend vermogen van de tweede orde.

Stralingafbeeldende inrichtingen, die een laminair scintillatiekristal en een aantal fotovermenigvuldigerbuizen in optische communicatie ten opzichte van het kristal gebruiken, worden veelvuldig gebruikt met een bepaalde toepassing op het gebied van nucleaire geneeskunde. De fundamentele uitvoering van een dergelijke straling-afbeeldende inrichting is beschreven in het Amerikaanse octrooischrift 3.011.057. Deze inrichting wordt gewoonlijk een scintillatiekamer genoemd en wordt op grote schaal gebruikt voor het snel projecteren van een beeld van de verdeling van radio-activiteit door een voorwerp heen, dat wordt onderzocht. Het bekeken voorwerp is typisch een orgaan van een levend persoon, dat is ingespoten met een diagnostische hoeveelheid van een radio-actief tracermiddel. Een scintillatiekamer van dit type levert een beeld van de radio-activiteitsverdeling door afzonderlijke gammastralen waar te nemen, die door de verdeling worden uitgezonden, door afzonderlijke gammastralen waar te nemen, die uitgezonden worden door de verdeelde radio-actieve isotoop en door een collimator worden gevoerd voor het veroorzaken van een scintillatie in een dun laminair scintillatiekristal. De scintillatie wordt waargenomen door een stelsel van afzonderlijke fotovermenigvuldigerbuizen, die overlappende gebieden van het kristal bekijken. Desbetreffende elektronische ketens zetten de uitgangssignalen van de afzonderlijke fotovermenigvuldigerbuizen om in x en y coördinaatsignalen en een z signaal, dat in het algemeen de energie van een scintillatiegebeurtenis aangeeft. Indien de energie van een scintillatie binnen een voorafvastgesteld aanvaardbaar gebied ligt, zal een beeld, dat de locatie van de scintillatie in een tweedimensionale matrix voorstelt, worden gemaakt en geregistreerd. Een visuele weergave van de verdeling van de radio-activiteit in een voorwerp kan worden verkregen door de x,

7507391

y en z signalen te koppelen met een kathodestraaloscilloscoop, of andere beeldweergave-inrichting. De afzonderlijke scintillatiegebeurtenissen worden hierop weergegeven als lichtvlekjes, geplaatst overeenkomstig de x en y coördinaatsignalen. Een registratie van de lichtvlekjes wordt verkregen door het gebruik van een fotografische film. Ook kunnen de signalen, die scintillatiegebeurtenissen en locaties aangeven worden vercijferd en in elektrische of magnetische vorm worden opgeslagen. Beide keuzen zijn beschikbaar in commerciële scintillatiecamera's.

Het is ten zeerste gewenst de mate van het ruimtelijke oplossende vermogen van het scintillatiekamerastelsel te maximaliseren. Deze mate van oplossend vermogen wordt gemeten door de minimum afstand, die tussen radiozenders moet worden gehandhaafd, opdat de radiozenders afzonderlijk aan de uitgang van de scintillatiecamera worden afgebeeld. Verscheidene preventieve maatregelen worden gebruikt om de verslechtering van het oplossende vermogen te verhinderen. Bijvoorbeeld worden loodcollimators aangebracht, zodat scintillaties alleen door gammastralen zullen worden veroorzaakt, die op de scintillator vanuit een bepaalde richting vallen. Tot nu toe gebruiken echter alle scintillatiecamera's een coördinaatbepalingsinrichting van een enkele orde in de vorm van fotovermenigvuldigerbuizen met een enkele anode en een enkele kathode. Dit gebruik van een coördinaatbepalingsinrichting van een enkele orde fixeert in twee-dimensionale ruimte alleen een enkel referentiepunt, overeenkomende met elke fotobuis. De beelden van gammastralen, die op de scintillator vallen, worden dan op locaties weergegeven, die geïnterpoleerd zijn tussen deze referentiepunten. Meer in het bijzonder zijn er in een commerciële scintillatiecamera, die negentien fotovermenigvuldigerbuizen gebruikt, slechts negentien referentiepunten. In een scintillatiecamera, die zemenendertig fotovermenigvuldigerbuizen gebruikt, zijn er zevenendertig referentiepunten. Aangezien er enige niet-lineariteit

7507391

in responsie hetzij in het kristal, in de fotovermenigvuldiger-
buisen of in de elektronische verwerkingsschakeling is, treedt
er een fout op bij het lineair interpoleren van de positie
van een te registreren scintillatie.

5 De uitvinding beoogt derhalve een coördinaatbepalings-
inrichting van de tweede orde te verschaffen, zodat het aan-
tal vaste referentiepunten in de twee-dimensionale matrix kan
worden vermenigvuldigd. Verder beoogt de uitvinding het ver-
schaffen van een coördinaatbepalingsinrichting van de tweede
10 orde als een toevoeging aan de coördinaatbepalingsinrichting
van de eerste orde. Meer in het bijzonder wordt een aantal
vaste referentiepunten voor elke fotobuis geleverd in plaats
van een enkel vast referentiepunt, zoals in conventionele sys-
temen.

15 Een ander doel van de uitvinding is het vergroten van
het gezichtsveld van een scintillatiecamera, die de uitvinding
gebruikt. Indien een bepaald gebied van twee-dimensionale
ruimte moet worden bekeken onder gebruikmaking van een coör-
dinaatbepalingsinrichting van een enkele orde, kan dezelfde
20 mate van oplossend vermogen worden verkregen en het totale
gezichtsveld worden uitgebreid door de bepalinginrichting
van de tweede orde volgens de uitvinding te gebruiken. Dit
maakt een scintillatiecamera met een groot gezichtsveld mo-
gelijk, zonder dat het aantal vereiste fotovermenigvuldiger-
25 buizen wordt vergroot.

Een ander doel van de uitvinding is het verschaffen van
scintillatiecamera's met verbeterd ruimtelijk oplossend ver-
mogen. Door het aantal vaste referentiepunten te vergroten,
kunen de referentiepunten dichter bij elkaar, zodat de ver-
35 vormingen, die optreden bij het interpoleren tussen aangren-
zende referentiepunten worden geminimaliseerd en het algehe-
le oplossende vermogen van de scintillatiecamera wordt ver-
beterd.

De uitvinding zal onderstaand nader worden beschreven
35 onder verwijzing naar de tekening.

7507391

Fig. 1 is een zijaanzicht van een scintillatiekamerasysteem.

Fig. 2 is een zijaanzicht in doorsnede van de detectorkop van fig. 1.

5 Fig. 3 toont een twee-dimensionaal matrix en het verband van de fotobuizen van de scintillatiekamer met de matrix.

Fig. 4 toont een twee-dimensionaal coördinaatsysteem en het verbeterde oplossende vermogen, bereikt door de coördinaatbepalingsinrichting volgens de uitvinding.

10 Fig. 5 is een aanzicht in doorsnede van een fotovermenigvuldigerbuis met een aantal anoden om bij de uitvinding te worden gebruikt.

Fig. 6 is een bovenaanzicht in doorsnede van de fotobuis van fig. 5.

15 Fig. 7 toont de elektronische schakeling, die in een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding wordt gebruikt.

Fig. 1 toont de fysische uitvoering van een scintillatiekamerasysteem volgens de uitvinding. De voornaamste onderdelen van het scintillatiekamerasysteem zijn de detectorkop 10 en een console 60. De console 60 is door de kabel 47 verbonden met de detectorkop 10. Een standaard 50 ondersteunt het juk 17, waarin de detectorkop 10 is gemonteerd. De standaard 50 is voorzien van een voetstuk 51 en een verticale kolom 18. Het juk 17 is vertikaal verplaatsbaar ten opzichte van de kolom 18 en de detectorkop 10 kan binnen de armen van het juk 17 draaien. De draaiing van de detectorkop 10 en de translatie van het juk 17 zijn soms gemotoriseerd, zodat de detectorkop 10 betrekkelijk gemakkelijk kan worden ingesteld. Een loodcollimator 75 is aan de onderkant van de detectorkop 10 bevestigd. Deze collimator kan een speldengatcollimator of een van een aantal kanalen voorziene collimator zijn met hetzij parallelle, convergerende of divergerende openingen. De bepaalde collimatorconfiguratie zal met het beoogde diagnostische gebruik variëren.

35 De console 60 bevat alle voedingen die nodig zijn voor

7507391

de detectorkop, standaard en console-uitrusting. De console
60 bevat typisch een hoofdweergavemoduul 70, een versterken-
de en positieberekende schakeling 80, een centraal stuur-
moduul 73 en een hulpweergavemoduul 110. De versterkende en
5 de positieberekende schakeling ontwikkelt rechtlijnige co-
ördinaten voor een waargenomen radio-actieve gebeurtenis.
Wanneer straling wordt waargenomen, wordt een impulsamplitude-
signaal geleverd, dat evenredig is aan de energie van de scin-
tillatie. Coördinaten-indicatiesignalen worden genormaliseerd
10 ten opzichte van het impulsamplitudesignaal en de impulshoog-
te-analyseschakeling levert een trekker- of niet-onderdrukkend
signaal, wanneer het impulsamplitudesignaal zich binnen een
voorgekozen amplitudegebied bevindt. De weergavemoduul 70
werkt als een locatieregistratie-inrichting om de uitgangs-
15 signalen van de versterkende en positieberekende schakeling
80 weer te geven om de coördinaten van de waargenomen stra-
ling te registreren. Deze registratie vindt plaats op een ka-
thodestraalbuis, waar de rechtlijnige coördinaatsignalen die
een trekkersignaal vergezellen, optreden en worden gefoto-
20 grafeerd. De stuurmoduul 73 bevat een schaal- en temperescha-
keling met registers en een digitale weergave-inrichting te-
samen met andere besturingskenmerken. De weergavemoduul 110
kan de weergave van informatie op het moduul 70 herhalen of
andere informatie voor gelijktijdige weergave aanvaarden.

25 Meer in het bijzonder wordt verwezen naar fig. 2. Het
blijkt, dat de detectorkop 10 is voorzien van een metalen
mantel 16, waarin een stralingsafscherming 12 is aangebracht,
die uit lood of ander stralingsabsorberend materiaal is ver-
vaardigd. Een soortgelijke stralingsafscherming 92 bevindt
30 zich in een kopdeksel 93, die boven het lichaam 16 van het
huis is aangebracht. De onderrand van het lichaam 16 van het
huis eindigt in een zich naar binnen uitstreckende flens 41,
die een ringvormig stalen freem 20 en een scintillatiekris-
talstelsel 42 ondersteunt. Het werkzame element van het
35 scintillatiekristalstelsel 42 is een laminair of planair

7507391

scintillatiekristal 37, dat is opgesloten tussen een dunne aluminiumafscherming 36 en een transparante glazen dekschijf 39. Het scintillatiekristal 37 is een met tallium geactiveerd natrium jood kristal. Aangezien het kristal 37 hygros-

5 copisch is, moet het volledig worden ingekapseld, zoals is aangegeven. De aluminium afscherming 36 is met behulp van schroeven 19 aan het gestel 20 bevestigd, die in een compound 99 zijn ingebed. Een lichtgeleider 45 bestaat uit een heldere kunststof, die ultraviolet licht kan overdragen en die in in-

10 nig contact met de glazen dekschijf 39 van het scintillatiekristalstelsel 42 wordt gehouden met behulp van onder veerspanning staande bouten 22, die zich door de lichtgeleider en in het stalen gestel 20 uitstrekken. In de stralingsdetektor-
kop bevinden zich een aantal fotovermenigvuldigerbuizen

15 P1 - P19, voorzien van lichtgevoelige kanten 26, die in innig contact liggen met onderstukken van de lichtgeleiding 45, die van elkaar zijn gescheiden door V-vormige groeven 15. In de voorkeursuitvoeringsvorm worden negentien fotovermenigvuldiger-
buizen gebruikt en deze zijn boven het scintillatiekristal 37

20 geplaatst. Het blijkt, dat de lichtgevoelige kanten 26 van de fotovermenigvuldigerbuizen in een vlak evenwijdig aan het scintillatiekristalstelsel 42 liggen en zich op een afstand hiervan bevinden door de lichtgeleider 45, die hiertussen is
aangebracht. De plaatsen van enige van de fotovermenigvuldi-
gerbuizen (P1 - P12) ten opzichte van elkaar is weergegeven

25 in fig. 3. De fotovermenigvuldigerbuis P10 ligt boven het midden van het scintillatiekristal 37 en het midden van de lichtgevoelige kant van de fotovermenigvuldigerbuis P10 de-
finieert het punt of de oorsprong C van een twee-dimensionaal

30 coördinaatstelsel, verdeeld in kwadranten door een x as en een y as, zoals aangegeven in fig. 3 en fig. 4. Opgemerkt wordt, dat het aanzicht van fig. 2 overeenkomt met een doorsnede, genomen langs de x as van fig. 3. De fotovermenigvuldigerbuizen zijn
zijdelings aan hun bovineinde geborgd door een borgplaat 24,

35 die met behulp van schroeven 23 aan een ondersteuningsring

7507391

97 is bevestigd. De ondersteuningsring 97 is met behulp van
~~schroeven 21 aan de bovineinden van de staande kolommen 46~~

5 bevestigd. De benedeneinden van de kolommen 46 zijn met be-
hulp van schroeven (niet zichtbaar) met platte kop aan het
ringvormige gestel 20 bevestigd. Verlengingskolommen 95
strekken zich naar omhoog uit de ondersteunende ring 97 uit
op zich op een afstand van elkaar bevindende intervallen,
die versprongen zijn ten opzichte van de kolommen 46. De ver-
lengingskolommen 95 zijn aan hun benedeneinden bevestigd aan
10 de ondersteunende ring 97 en aan hun bovineinde aan een tus-
senliggende ring 91. Dekselondersteuningen 94 strekken zich
vanuit de tussenring 91 naar omhoog uit en zijn hieraan be-
vestigd op zich op een afstand van elkaar bevindende inter-
vallen, die versprongen zijn ten opzichte van de kolommen 95.
15 De ondersteuningen 94 dragen het gewicht van het deksel 93.

De fotovermenigvuldigerbuizen P1 - P19 staan normaal
onder veerwerking in innig contact met de lichtgeleider 45
door veren, die om de fotovermenigvuldigerbuizen zijn aange-
bracht en samengedrukt worden gehouden door de onderste bol
20 uitstaande einden van de fotovermenigvuldigerbuizen P1 - P19
en door de borgplaat 24. Duidelijkheidshalve zijn de veren
in de tekening weggelaten. De bovineinden van de fotovermenig-
vuldigerbuizen zijn elk in een elektrische houder 52 ge-
stoken, van waaruit koorden 54 zich uitstrekken, die elek-
25 trische leidingen bevatten. De koorden 54 zijn gecombineerd
in een kabel 47, die de stralingdetectiekop verlaat om deze
met de console 60 te verbinden.

De weergegeven scintillatiecamera wordt gebruikt voor
het bepalen van de stralingsverdeling, afkomstig van een voor-
30 werp en voor het registreren van de locaties van de wissel-
werking van stralingskwanta met het scintillatiekristal 37.
De lichtflitsen die door het scintillatiekristal 37 op de
plaatsen worden opgewekt, waarop de straling valt, worden
waargenomen en geregistreerd als coördinaten in een twee-di-
35 mensionale matrix of coördinatenstelsel. Het laminaire scin-

7507391

tillatiekristal 37 werkt hierbij als transducent om de energie, uitgezonden door radionuciden of radio-isotopen in zichtbaar licht om te zetten.

5 De fotovermenigvuldigerbuizen P1 - P19 bevinden zich op een afstand van het kristal 37 met behulp van een lichtpijp 45 teneinde overlappende gebieden van het kristal te zien. De bepaalde gebieden van het scintillatiekristal 37, die gezien worden, overlappen elkaar onderling, zodat het licht, afkomstig van een punt in het scintillatiekristal 37 door 10 meer dan één fotovermenigvuldigerbuis zal worden waargenomen. Collectief dienen de fotovermenigvuldigerbuizen P1 - P19 tezamen met de op plaats reagerende schakeling als een coördinaatbepalingsinrichting van de eerste orde voor het leveren van uitgangssignalen, die hoofdpunten in een rechthoekige matrix voorstellen, die zich op voorafvastgestelde 15 intervallen op een afstand van elkaar bevinden. Een enkele fotovermenigvuldigerbuis en haar bijbehorende op positie reagerende keten zijn opgesloten binnen de streeplijnen van het omhulsel 5 in fig. 7. Collectief kunnen alle component- 20 elementen, overeenkomende met die welke zijn opgesloten binnen het omhulsel 5, voor alle fotovermenigvuldigerbuizen worden beschouwd als de coördinaatbepalingsinrichting van de eerste orde van de weergegeven uitvoeringsvorm. De hoogste punten, gedefinieerd door de coördinaatbepalingsinrichting 25 van de eerste orde zijn aangegeven door de cijfers 25 in het rechthoekige coördinaatsysteem, weergegeven in fig. 4 en komen overeen met de middelpunten van de lichtgevoelige kanten 26 van de fotovermenigvuldigerbuizen. De positiecoördinaten van opvallende radio-actieve emissies in het tweedimensionale coördinaatsysteem worden afgenomen van de uitgangssignalen van de fotovermenigvuldigerbuizen na verwerkt te zijn door de versterkende en positieberekende schakeling van het scintillatiekmerasysteem. Het totale uitgangssignaal van elke fotovermenigvuldigerbuis kan beschouwd 30 worden als een grof coördinaatsignaal, waaruit de locatie 35

7507391

van waargenomen radio-actieve gebeurtenissen kan worden afgeleid door het interpoleren van de afstanden tussen de hoofdreferentiepunten 25 in fig. 4 in responsie op de respectievelijke totale uitgangssignalen van elke fotovermenigvuldigerbuis.

5 Anders gezegd, de fotovermenigvuldigerbuizen P1 - P19 en bijbehorende op positie reagerende schakeling, die de coördinaatbepalingsinrichting van de eerste orde van het systeem vormen, kunnen worden beschouwd de hoeveelheid licht
10 kwantitatief te signaleren, die van elk van de negentien verschillende zeshoekige gebieden 29 voor elke gedetecteerde scintillatiegebeurtenis wordt ontvangen, zoals weergegeven in fig. 3. Ofschoon elke fotobuis overlappende gebieden ziet, kan een afzonderlijke fotobuis beschouwd worden te zijn toegewezen aan elk van de zeshoekige gebieden 29. Deze zeshoekige gebieden 29 stellen aangrenzende samengestelde gebieden
15 van een twee-dimensionaal gezichtsveld voor.

Elk van de fotovermenigvuldigerbuizen is op dezelfde wijze vervaardigd als de fotovermenigvuldigerbuis P10, weergegeven in fig. 5. De fotovermenigvuldigerbuis P10 bestaat
20 uit een luchtledig omhulsel 71, waarvan een gedeelte een lichtgevoelige kant 26 is, dat in optische communicatie met het kristal 37 staat. Een lichtgevoelig foto-oppervlak in de vorm van den fotokathode 72 is aangebracht in de nabijheid van
25 de lichtgevoelige kant 26 van het omhulsel 71. Deze fotokathode kan de lichtfotonen absorberen, die door het scintillatiekristal 37 worden geëmitteerd en elektronen emitteren in een hoeveelheid evenredig aan het ontvangen aantal lichtfotonen. Deze elektronen worden niet gelijkmatig over het gebied van
30 de fotokathode 72 geëmitteerd. In plaats hiervan worden meer elektronen geëmitteerd vanuit het gebied van de fotokathode 72, dat zich het dichtst bij de lichtbron bevindt dan worden geëmitteerd vanuit andere gebieden van de fotokathode 72, die zich op een grotere afstand van de lichtbron bevinden.
35 De fotokathode 72 is verbonden met de kathode-aansluiting van

7507391

een gelijkstroomvoedingsbron om te zorgen voor de vervanging van de elektrische lading, die verloren gaat door foto-elektrische emissie, zodat de vereiste potentiaal op de fotokathode wordt gehandhaafd.

5 De uit de fotokathode 72 geëmitteerde elektronen worden ontvangen door de dynode vleugels in een initiële dynodetrap, die diagonaal tegenover de sector van de fotokathode is geplaatst, van waaruit de elektronen afkomstig zijn. D.w.z. elektronen, geëmitteerd uit de fotokathode 72 worden gekanaliseerd door elektronenschotten, zoals de schotten 3, 4, 8 en 10 9 in fig. 5 en 6 en zijn samengetrokken tot een specifiek stelsel van de vier vleugelstelsels 61, 62, 63 of 64 in de initiële dynodetrap. Bij wijze van illustratie kan de fotokathode 72 worden beschouwd door denkbeeldige stippellijnen 15 te zijn verdeeld in vier sectoren of kwadranten 115, 116, 117 en 118. Elektronen, afkomstig van de sector 115, zullen de grootste responsie geven bij het dynode vleugelstelsel 64. Om dezelfde reden zullen elektronen uit de sector 116 een hoofdresponsie bij het vleugelstelsel 62 geven, terwijl de sectoren 20 117 en 118 responsies zullen geven in hoofdzaak in de vleugelstelsels 61 respectievelijk 63. De afzonderlijke vleugels 53 in elk van de vleugelstelsels zijn aangebracht onder een hoek van ongeveer 45° ten opzichte van de weg van de elektronen en zijn zodanig georiënteerd, dat de geëmitteerde elektronen naar 25 de dynode bewegen, die rechtstreeks hierboven is geplaatst en uiteindelijk naar de anode, die zich hierboven bevindt. Uit fig. 5 blijkt, dat de anode A2P10 zich rechtstreeks boven het vleugelstelsel 63 bevindt en dat de anode A1P10 zich rechtstreeks boven het vleugelstelsel 61 bevindt. Zoals in conventionele fotovermenigvuldigerbuizen, zal een electron, dat op 30 een van de platen 53 in de eerste dynode 81 valt, de emissie van verscheidene meerdere elektronen veroorzaken, die vervolgens naar de tweede dynode 82 gaan, alwaar het proces wordt herhaald. Deze elektronencascade zet zich door de dynode 85 - 35 90 voort. De elektronen vallen tenslotte op een enkele van

7507391

de anoden. Bijvoorbeeld zullen de elektronen, afkomstig van
het vleugelstelsel 61 van de eerste dynode trap 81 elektronen
laten ontvangen door de anode A1P10. Op soortgelijke wijze
zullen elektronen van het vleugelstelsel 63 een elektronen-
5 botsing op de anode A2P10 veroorzaken. Het blijkt, dat met
een aantal anoden, die in het omhulsel 71 is geplaatst,
zoals is aangegeven, elke anode is toegevoegd aan een vast-
stelbare sector van de fotokathode 72 en een identificeer-
baar anode-uitgangssignaal op de leidingen 120 levert, die
10 uitsluitend bij deze anode behoren. Andere leidingen 120, die
door de cap 74 lopen, zijn verbonden met de verscheidene
dynode trappen en met de fotokathode 72. Zoals reeds eerder
werd opgemerkt, zijn de schotten 3, 4, 8 en 9 tussen de ka-
thode en de eerste dynode geplaatst en zijn zodanig gecon-
15 strueerd, dat verzekerd wordt, dat elektronen uit de kathode
de overeenkomstige eerste dynode bereiken.

De fotovermenigvuldigerbuis P10 werkt op een soortgelij-
ke wijze als het buistype F4002 (S1), vervaardigd door de
Electron Tube Division van ITT Corporation, 3700 East
20 Pontiac Street, Fort Wayne, Indiana, doch is een geometrische
variatie hiervan.

Hoewel andere fotobuizen met een aantal anoden zijn
voorgesteld voor het waarnemen van scintillaties, bleken dik-
wijls deze buizen niet bevredigend te zijn. Bijvoorbeeld
25 toont het Amerikaanse octrooischrift 3.209.201 een stelsel,
waarin slechts één enkele fotobuis wordt gebruikt voor het
bekijken van een van belang zijnd gebied en waarin een varia-
bel gewicht wordt toegekend aan de afzonderlijke signalen
van de anode voor het bepalen van X en Y coördinaten. Daaren-
30 tegen stellen signalen van de anoden volgens de uitvinding
de hoeveelheid licht voor, die op een specifiek punt of ge-
bied wordt ontvangen, zoals de punten 30 en de gebieden 32
in fig. 4, zoals later zal worden uiteengezet. In de weer-
gegeven uitvoeringsvorm van de uitvinding functioneert het
35 aantal anoden in de fotovermenigvuldigerbuizen tezamen met

7507391

de bijbehorende op positie reagerende schakeling collectief als een positie-oplossende inrichting van de tweede orde, die reageert op signalen van het scintillatiekristal 37. Een enkele anode en de bijbehorende op positie reagerende ketens zijn opgesloten in stippellijnen van het omhulsel 6 in fig. 7. Collectief kunnen alle componentelementen overeenkomende met die opgesloten in het omhulsel 6, voor alle anoden voor alle fotovermenigvuldigerbuizen worden beschouwd de coördinaatbepalingsinrichting van de tweede orde te zijn. Deze positie-oplossende inrichting van de tweede orde in de weergegeven uitvoeringsvorm, is opgesloten in de glazen omhulsels 71 en de bijbehorende op positie reagerende schakeling van de fotovermenigvuldigerbuizen. De positie-oplossende inrichting van de tweede orde kan derhalve worden beschouwd te zijn opgenomen binnen de oplossende inrichting van de eerste orde en wordt gebruikt voor het leveren van fijne coördinaatsignalen, die de locaties van waargenomen radio-actieve gebeurtenissen voorstellen in tegenstelling tot de grove coördinaatsignalen, die verkregen worden door de sommering van de totale uitgangssignalen van een enkele fotovermenigvuldigerbuis. Het uitgangssignaal van de anoden stelt daardoor een verdere verfijning van de positiecoördinaten voor, verkregen op de weergavemoduul 70 van het scintillatiekamasysteem.

Zoals reeds eerder werd uiteengezet spreekt elke anode in de fotovermenigvuldigerbuizen meer in het bijzonder aan op lichtflitsen, afkomstig van een sector, waarin zich slechts een gedeelte van het gebied van de scintillatie-inrichting bevindt, gezien door de bijbehorende fotobuis. Bijvoorbeeld, en hierbij wordt meer in het bijzonder verwezen naar fig. 3, kan een enkele anode worden beschouwd te zijn toegevoegd aan een enkele sector van de sectoren 32, die de aangrenzende zeshoekige gebieden 29 vormen. De coördinaatbepalingsinrichting van de tweede orde levert daardoor uitgangssignalen, die aangrenzende, samengestelde sectoren 32 van de gebieden 29 voorstellen. Het signaal van elke anode kan worden beschouwd

7507391

de hoeveelheid licht voor te stellen, die bij een bijbeho-
rend punt van de tussengelegen punten 30 en 30' in de
rechthoekige matrices van fig. 4 respectievelijk 3 wordt ont-
vangen. Deze tussenliggende punten, bijvoorbeeld de punten 30,
5 zijn verspreid onder de hoofdpunten 25 en bevinden zich op
voorafvastgestelde subintervallen op een afstand van elkaar.
Verwezen wordt naar fig. 4. De hoofdpunten bevinden zich van
elkaar op een afstand S in de x richting en op een afstand D
in de y richting. De tussenliggende punten 30 bevinden zich
10 van elkaar op een afstand I in de x richting en J in de y
richting. De tussenliggende punten 30 bevinden zich van de
hoofdpunten 25 op een afstand i in de x richting en een afstand
j in de y richting. Zoals weergegeven is elk van de afstand-
subintervallen van de tweede orde kleiner dan het overeen-
15 komstige ruimtelijke interval S of D van de eerste orde. De
tussengelegen punten 30 en 30' verschaffen daardoor extra
referentiepunten, die worden gebruikt in het interpoleren
van de afstanden bij het vaststellen van de coördinaten van
opvallende straling in het scintillatiekristal 37. Er is
20 enige speling in de exacte locatie, die de referentiepunten
geacht worden voor te stellen. Bijvoorbeeld stellen de refe-
rentiepunten 30 in fig. 4 de centroïden van elk van de sec-
toren 32 voor, waaruit de zeshoekige gebieden 29 bestaan. In
een andere uitvoeringsvorm stelt elk van de referentiepunten
25 30' de centroïde van een bijbehorende kwadrant 31 voor, be-
staande uit cirkels, die in de zeshoekige gebieden 29 zijn
geschreven en overeenkomen met de cirkelvormige contactge-
bieden van de fotogevoelige oppervlakken 26 van de fotover-
menigvuldigerbuizen P1 - P19 ten opzichte van de lichtpijp
30 45. Andere alternatieve keuzen van de exacte locatie van de
referentiepunten zullen diegenen duidelijk worden, die op de
hoogte zijn van de optische eigenschappen van scintillatie-
kamera's.

Het scintillatiekmerasysteem volgens de uitvinding is
35 voorzien van een versterkings- en positieberekende schake-

7507391

ling die met de anoden van de fotovermenigvuldigerbuizen is gekoppeld voor het leveren van elektrische signalen overeenkomende met coördinaten in een rechtlijnig coördinaatsysteem van scintillaties, veroorzaakt in responsie op straling, die op het scintillatiekristal valt. Deze versterkende en positieberekenende schakeling is verbonden met de anoden van de fotobuizen en lost de uitgangssignalen van de fotobuizen op in responsie op elke lichtflits in coördinaatsignalen, die overeenkomen met de coördinaten van de opvallende straling in het scintillatiekristal. De positiegevoelige versterkings-
5 schakeling bestaat uit vier coördinaatsignaallijnen $+x$, $-x$, $+y$ en $-y$, alsmede weerstanden 7 in fig. 7, die het mogelijk maken, dat een signaal van de desbetreffende grootte op de coördinaatsignaallijnen wordt geleverd. De weerstandswaarde van de weerstanden 7 worden vastgesteld overeenkomstig de posities van de sectoren 32 (en meer in het bijzonder de bijbehorende tussenliggende referentiepunten) ten opzichte van de x en y assen in het twee-dimensionale coördinaatsysteem van fig. 3 of fig. 4. De weerstandswaarden van de weerstanden
10 7 verbonden met een van de of beide $+x$ en $-x$ of $+y$ en $-y$ coördinaatsignaallijnen zullen derhalve gewoonlijk voor aangrenzende anoden variëren. Deze weerstanden brengen een afzonderlijke consequentiefactor aan elk signaal aan, dat vanuit elk van de anoden wordt óvergebracht in correlatie met de coördinaatlocatie, die door elke anode in een twee-dimensionaal coördinaatsysteem wordt voorgesteld. Het matrixsysteem van fig. 7 is een wijziging van een thans in de handel verkrijgbare versie van een scintillatiekamer, vervaardigd om bij de uitvinding te worden gebruikt. Het zal echter duidelijk
25 zijn, dat elke andere matrixbenadering, waarbij condensatoren als impedantie-elementen of vertragingslijnversterkers worden gebruikt, bij de constructie van scintillatiekamer's zijn toegepast en kunnen worden aangepast om bij de uitvinding te worden gebruikt. De scintillatiekamer volgens de uitvinding bevat verder een weegschakeling, die met de anoden is verbonden
30 35

7507391

om de uitgangssignalen hiervan op een niet-lineaire wijze te
versterken, waarbij de grotere uitgangssignalen van de anoden
een grotere versterking krijgen dan kleinere uitgangssignalen
van de anoden, waardoor de betrekkelijk accurate signaalinforma-
5 tie wordt bevorderd, die geleverd wordt door anoden, behoren-
de bij sectoren 32 van gebieden 29, nabij elke scintillatie
liever dan de betrekkelijk niet-accurate signaalinformatie,
afgenomen van meer verwijderde sectoren. In fig. 7 is dit
weegketenstelsel voorzien van een drempelvoorversterkingsketen
10 2, waarin de anode-uitgangssignalen, die kleiner zijn dan een
vooraf gekozen drempelgrootte nagenoeg geen bijdrage leveren
tot de locatie-coördinaten van scintillaties. Deze drempel-
grootte wordt tot stand gebracht door het kiezen van desbe-
treffende drempelcriteria voor de voorversterkers 2 in fig.
15 7. De anode-uitgangssignalen, die tenminste gelijk zijn aan
de voorgekozen drempelgrootte van de voorversterkers 2, leve-
ren versterkte uitgangssignalen, die nagenoeg evenredig zijn
aan de grootte van de anode-uitgangssignalen, waarvan zij
zijn afgenomen over een significant gedeelte van het ampli-
20 tudespectrum van de anode-uitgangssignalen. Bijvoorbeeld een
uitgangssignaal van de anode ALP1, dat de drempelinstelling
van de voorversterker 2 overschrijdt, zal een signaal met
evenredige amplitude op de leiding 135 leveren.

De weegketen kan ook worden beschouwd te zijn voorzien
25 van de weerstanden 7 van de versterkende en positiebereke-
nende schakeling. Zoals reeds eerder werd opgemerkt, is ^{een} lo-
catie-registratie-inrichting in de vorm van een weergave-
moduul 70 verbonden met de uitgang van de versterkende en
positieberekenende schakeling voor het registreren van de
30 coördinaten van de waargenomen straling.

Opgemerkt wordt, dat de beschrijving en tekeningen
slechts bij wijze van illustratie zijn gegeven en dat de
uitvinding hiertoe niet is beperkt. Bijvoorbeeld kan vir-
tueel elk aantal anoden worden gebruikt in plaats van de
35 weergegeven fotovermenigvuldigerbuizen met vier anoden.

7507391

Ook kan een vertragingslijnversterking gebruikt bij anode-
~~vermenigvuldigerbuizen, met hetzelfde voordeel worden ge-~~
bruikt als de weerstanden 7. Verder kunnen fotovermenigvul-
digerbuizen met een enkele anode worden gebruikt in plaats
5 van de weergegeven fotobuizen met een aantal anoden, indien
verschillende sectoren van de fotokathode van een buis zijn
bekleed met een bepaald materiaal, dat de energie of golf-
lengte van de ontvangen scintillaties verschuift, zodat de
resulterende fotobuisimpulsen kunnen worden geïdentificeerd
10 afkomstig te zijn van een bepaalde sector. Verder kunnen de
verscheidene kenmerken, die in conventionele scintillatieka-
merasystemen worden gevonden, zonodig worden gewijzigd en
opgenomen in het hier beschreven scintillatiekamerasteem.

7507391

C o n c l u s i e s :

1. Scintillatiekamer, waarin locaties van opvallende

5 stralingskwanta worden waargenomen en als coördinaten in een twee-dimensionaal coördinaatsysteem worden geregistreerd met het kenmerk, dat coördinaatbepalingsinrichtingen van de eerste en tweede orde zijn aangebracht, waarbij de coördinaat-
10 bepalingsinrichting van de eerste orde uitgangssignalen levert, die overeenkomen met de positiecoördinaten van opvallende radio-actieve emissies in het genoemde twee-dimensionale coördinaatsysteem en waarbij de bepalingsinrichting van de tweede orde uitgangssignalen levert, die een verdere ver-
15 fijning van de positiecoördinaten voorstellen.

2. Straling-afbeeldende inrichting voor het registreren van de verdeling van de uitwisselingslocaties van radio-actieve emissies, gemeten in een twee-dimensionaal coördinaat-
15 systeem en voorzien van een coördinaatbepalingsinrichting van de eerste orde voor het leveren van uitgangssignalen, die aangrenzende, samengestelde gebieden in een twee-dimensionaal gezichtsveld voorstellen met het kenmerk, dat bovendien is aangebracht een coördinaatbepalingsinrichting van de tweede
20 orde voor het leveren van uitgangssignalen, die aangrenzende, samengestelde sectoren van de genoemde gebieden voorstellen.

3. Straling-afbeeldende inrichting voor het registreren van de verdeling van de uitwisselende locaties van radio-actieve emissies, gemeten in een twee-dimensionaal coördinaat-
25 systeem en voorzien van een coördinaatbepalingsinrichting van de eerste orde voor het leveren van uitgangssignalen, die hoofdpunten in een rechthoekige matrix voorstellen, die op vooraf vastgestelde intervallen van elkaar gescheiden zijn met het kenmerk, dat bovendien is aangebracht een coördinaat-
30 bepalingsinrichting van de tweede orde voor het leveren van uitgangssignalen, die tussengelegen punten in de genoemde rechthoekige matrix voorstellen, die op voorafvastgestelde subintervallen tussen de genoemde hoofdpunten en van elkaar zijn gescheiden.

7507391

4. Straling-afbeeldende inrichting voor het registreren van de stralingsverdeling binnen een voorwerp in een twee-dimensionaal coördinaatsysteem en voorzien van een scintillatie-inrichting en een coördinaatbepalingsinrichting van de eerste orde in de vorm van een stelsel fotodetectors in optische communicatie met de scintillatie-inrichting voor het leveren van uitgangssignalen, die hoofdpunten in een rechthoekige matrix voorstellen, die onderling van elkaar gescheiden zijn door een vooraf vastgesteld ruimtelijk interval van de eerste orde met het kenmerk, dat bovendien is aangebracht een coördinaatbepalingsinrichting van de tweede orde voor het leveren van uitgangssignalen, die tussengelegen punten in de genoemde rechthoekige matrix voorstellen, die verspreid zijn tussen de genoemde hoofdpunten en van elkaar gescheiden zijn door een ruimtelijk interval van de tweede orde, dat kleiner is dan het genoemde ruimtelijke interval van de eerste orde.

5. Stralings-afbeeldende inrichting voor het localiseren van de verdeling van radionucleïden in een voorwerp in twee-dimensionale coördinaten gekenmerkt door een laminaire transducent, geplaatst in de nabijheid van het voorwerp voor het signaleren van de locatie in twee-dimensionale coördinaten van stralingskwanta, die hiermede een wisselwerking uitoefenen, een positie-oplossende inrichting van de eerste orde, die reageert op signalen van de transducent voor het leveren van grove coördinaatsignalen van de locatie van waargenomen radio-actieve gebeurtenissen, een positiebepalingsinrichting van de tweede orde, die reageert op signalen van de transducent^{en} is opgenomen in de oplossingsinrichting van de eerste orde voor het leveren van fijne coördinaatsignalen van de locaties van waargenomen radio-actieve gebeurtenissen, een elektrische schakeling voor het verwerken van de grove en fijne coördinaatsignalen voor het leveren van samengestelde, elektrische coördinaatsignalen met een nauwkeurigheid van de tweede orde, die overeenkomen met de coördinaten van stralingskwanta, die een wisselwerking met de transducent uit-

7507391

voeren en een beeldregistratie-inrichting om de samengestelde elektrische coördinaatsignalen te registreren.

5 6. Straling-afbeeldende inrichting gekenmerkt door een scintillatie-inrichting, die hierin lichtflitsen levert op de locaties waarop stralingskwanta vallen, een aantal foto-
10 buizen, elk zodanig aangebracht, dat zij een bepaald gebied van de scintillatie-inrichting zien en elk voorzien van een aantal anoden voor het opwekken van afzonderlijke elektrische uitgangssignalen, waarbij elke anode meer in het bijzonder
15 reageert op lichtflitsen, afkomstig van een sector, die slechts een gedeelte van het gebied van de scintillatie-inrichting omvat, dat door de bijbehorende fotobuis wordt gezien en een elektrische keten, die met de anoden van de fotobuizen is verbonden en de uitgangssignalen van de anoden in responsie
20 op elke lichtflits in coördinaatsignalen, overeenkomende met de coördinaten van opvallende stralingskwanta in de scintillatie-inrichting.

7. Scintillatiecamera voor het leveren van een beeld van de verdeling van radio-isotopen binnen een voorwerp en voor-
20 zien van een enkel, laminair scintillatiekristal, een aantal fotovermenigvuldigerbuizen, die elk een bepaald gebied van het kristal zien, zodat elkaar overlappende zichtgebieden bestaan, een versterkende en berekenende schakeling voor het leveren van elektrische signalen, die de coördinaten in een
25 twee-dimensionale matrix van de locaties van de wisselwerking van de stralingskwanta met het kristal voorstellen en een locatie-registratie-inrichting voor het registreren van de genoemde coördinaten van de wisselwerking met het kenmerk, dat elk van de fotovermenigvuldigerbuizen is voorzien van een
30 aantal anoden, die elk meer in het bijzonder reageren op scintillaties afkomstig van een vaststelbare sector van het bepaalde in het gezicht liggend gebied.

8. Scintillatiecamera om in een twee-dimensionaal coördinaatsysteem de verdeling van straling weer te geven, afkom-
35 stig van een voorwerp gekenmerkt door a) een laminair

7507391

scintillatiekristal, b) een aantal fotovermenigvuldigerbuizen, die zich op een afstand van het kristal bevinden voor het zien van elkaar overlappende gedeelten hiervan, waarbij elke fotovermenigvuldigerbuis is voorzien van een luchtledig omhulsel met een lichtgevoelige kant in optische communicatie met het gestel, een aantal anoden, die zich in het omhulsel bevinden elk toegewezen aan een vaststelbare sector van de lichtgevoelige kant en die elk een identificeerbaar anode-uitgangssignaal leveren, c) een versterkende en positiegevoelige schakeling, die met de anoden van de genoemde fotovermenigvuldigerbuizen is gekoppeld voor het leveren van elektrische signalen, die overeenkomen met de coördinaten in het genoemde coördinatensysteem van scintillaties, geleverd in reactie op straling, die op het scintillatiekristal valt en d) een locatie-registratie-inrichting, die met de versterkende en positiegevoelige schakeling is verbonden om de genoemde coördinaten te registreren.

9. Scintillatiecamera volgens conclusie 8 gekenmerkt door een weegketen, die met de anoden is verbonden om de uitgangssignalen hiervan op een niet-lineaire wijze te versterken, waarbij de grotere anode-uitgangssignalen een grotere versterking ontvangen dan de kleinere uitgangssignalen, waardoor de relatief accurate signaalinformatie wordt bevorderd, die geleverd wordt door anoden, behorende bij sectoren van gebieden nabij elke scintillatie ten opzichte van de relatief niet-accurate signaalinformatie, die van verwijderde sectoren wordt afgenomen.

10. Scintillatiecamera volgens conclusie 9 met het kenmerk, dat de weegketen is voorzien van een drempelvoorversterkingsketen, waarin de anode-uitgangssignalen, die een kleinere dan een vooraf gekozen drempelgrootte hebben, , falen een noemenswaardige bijdrage te leveren tot de genoemde coördinaten en de anode-uitgangssignalen, die tenminste gelijk zijn aan de voorafgekozen drempelgrootte, versterkte uitgangssignalen leveren, die nagenoeg evenredig zijn aan de grootten van de anode-

7507391

uitgangssignalen over een significant gedeelte van het am-
plitudespectrum van de anode-uitgangssignalen.

11. Scintillatiecamera volgens conclusie 8 gekenmerkt door
coördinaatsignaallijnen, die met de locatie-registratie-
5 inrichting zijn verbonden en afzonderlijke weerstanden, die
vanaf elk van de anoden zijn verbonden met elk van de co-
ördinaatsignaallijnen teneinde een afzonderlijke consequentie-
factor aan elk signaal aan te brengen, dat vanaf elk van de
anoden wordt overgebracht in correlatie met een coördinaat-
10 locatie, die door elke anode in een twee-dimensionaal coördi-
naatsysteem wordt voorgesteld.

12. Scintillatiecamera volgens conclusie 11 met het kenmerk,
dat de weerstanden verschillende weerstandswaarden hebben
die zodanig worden gekozen, dat zij overeenkomen met de af-
15 stand van de bijbehorende coördinaatlocatie, die door elke
anode van de desbetreffende as in een twee-dimensionaal
coördinaatsysteem wordt voorgesteld.

7507391

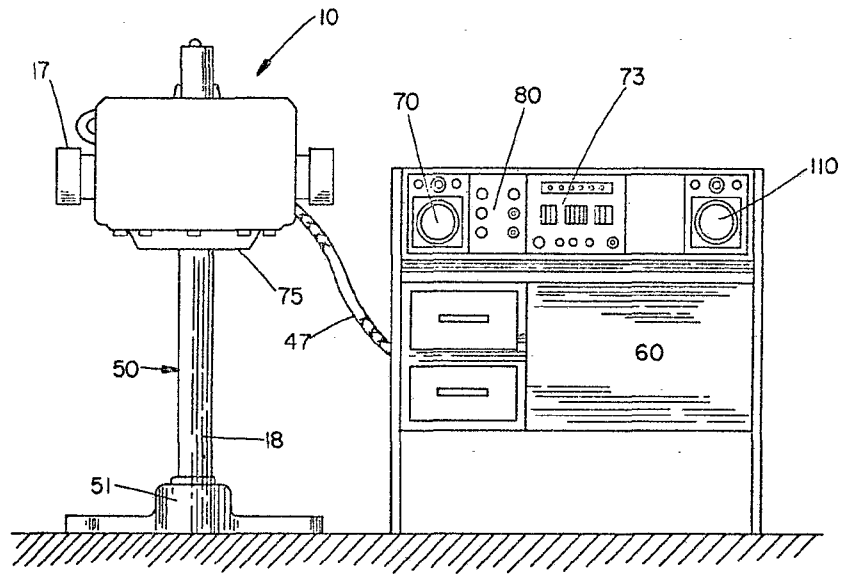


FIG. 1

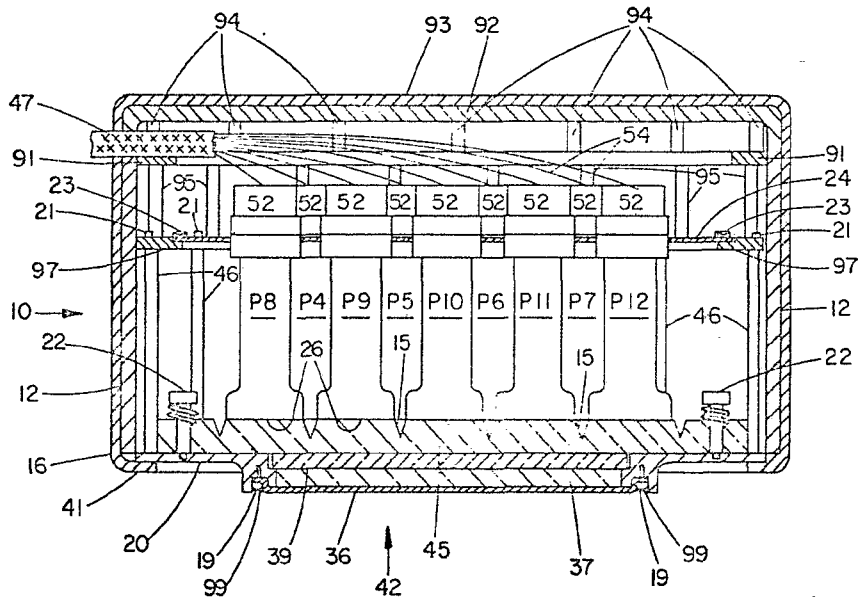


FIG. 2

G. P. Carlo Co.

7507391

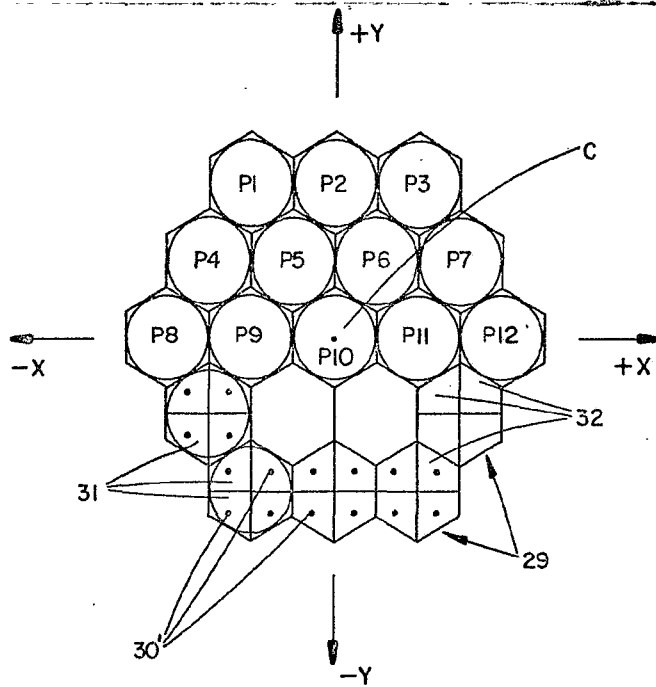


FIG. 3

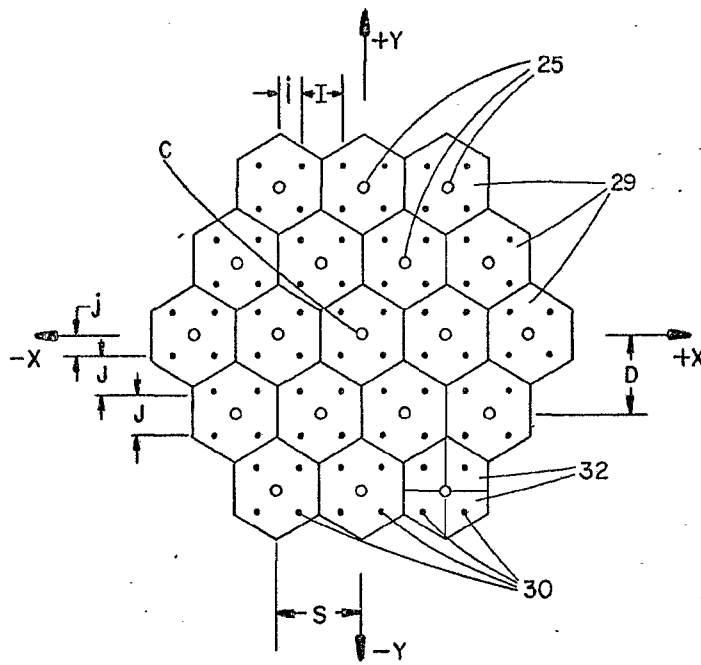


FIG. 4

7507391

G. W. ... Co.

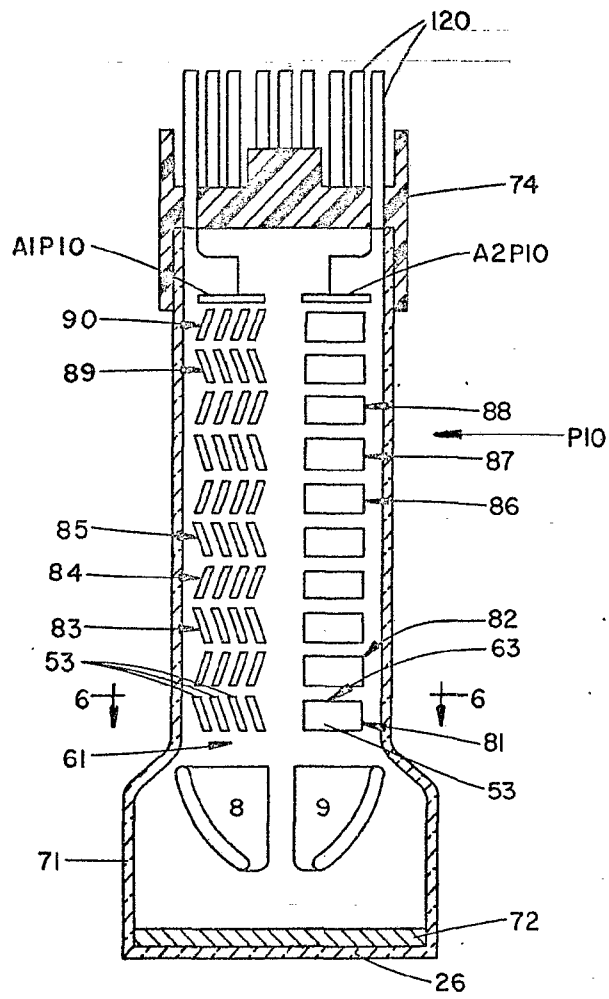


FIG. 5

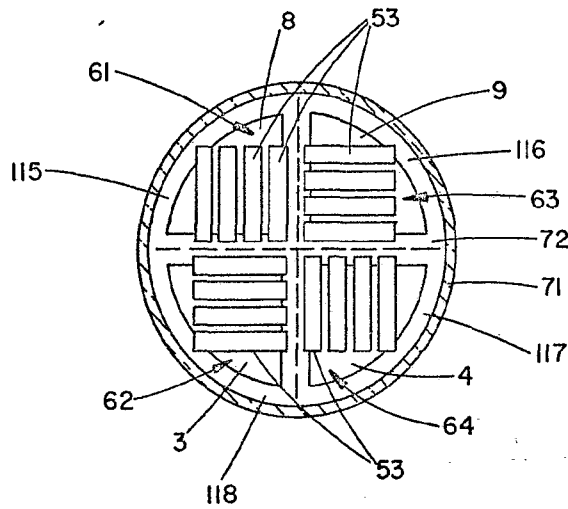


FIG. 6

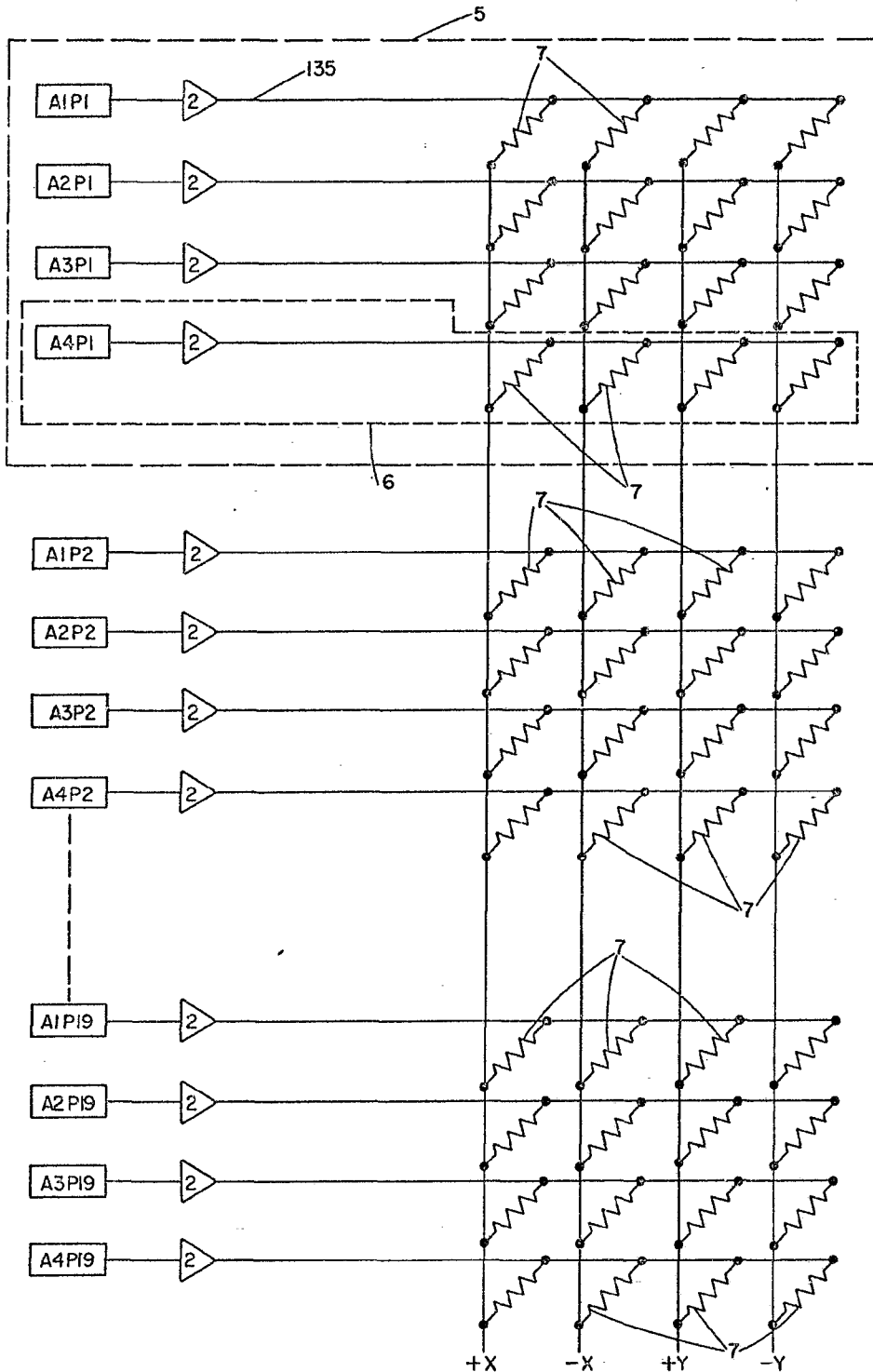


FIG. 7

7507391