
Octrooiraad



[10] A **Terinzagelegging** [11] **7704813**

Nederland

[19] NL

[54] Ionisatiekamer.

[51] Int.Cl².: H01J39/285, H01J39/04.

[71] Aanvrager: General Electric Company te Schenectady, New York, Ver.St.v.Am.

[74] Gem.: Ir. G.H. Boelsma c.s.
Octroobureau Polak & Charlouis
Laan Copes van Cattenburch 80
's-Gravenhage.

[21] Aanvraag Nr. 7704813.

[22] Ingediend 2 mei 1977.

[32] Voorrang vanaf 6 mei 1976.

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

[31] Nummer van de voorrangsaanvraag: 683908.

[23] --

[61] --

[62] --

[43] Ter inzage gelegd 8 november 1977.

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

P & C

W 2348-685 Ned.

General Electric Company, New York, U.S.A.

Ionisatiekamer.

De uitvinding heeft betrekking op een ionisatiekamer-röntgenstralingsdetector. Meer in het bijzonder heeft zij betrekking op een hoge snelheid-ionisatiekamer, welke een afschermende roosterelectrode bevat.

Ionisatiekamers worden gewoonlijk gebruikt voor
5 het detecteren van röntgenfotonen en andere ioniserende
straling. Röntgenfotonen zullen een wisselwerking aangaan
met atomen van een zwaar detectorgas voor het produceren
van electron-ionparen. De röntgenfotonen worden in het
algemeen geabsorbeerd door een gasatoom, dat een foto-
10 elektron uitzendt uit één van hun energieniveaus.
De foto-elektronen bewegen door het gas, waarbij zij een
wisselwerking aangaan met andere gasatomen en deze ioni-
seren onder vorming van een lawine van elektronen en
positieve ionen, welke verzameld kunnen worden op geschikte
15 elektroden voor het produceren van een elektrische stroom.
Indien dergelijke elektron-ionparen worden gevormd in een
gebied tussen twee elektroden van tegengestelde polariteit,
zullen zij een drift vertonen langs elektrische veldlijnen
naar de elektroden en zullen een elektrische stroom voort-
20 brengen. De elektrische stroom tussen de elektroden is een
functie van het totale aantal röntgenfotonen, dat een
wisselwerking uitvoert in de buurt van die elektroden.

De kans op het bespeuren van een röntgenfoton
is een functie van het atoomgewicht van het gas en van het
25 aantal gasatomen gelegen tussen de collectorelectrode.
Aldus kunnen zeer gevoelige detectoren worden geconstrueerd
uit een gas van hoog atoomgewicht bij een betrekkelijk
hoge druk. De detectorgevoeligheid kan eveneens worden
vergroot door de afstand en daardoor het aantal gas-
30 moleculen tussen de elektroden te vergroten. Een grotere
elektrode-afstand vergroot echter de afstand, waarover

7704813

de elektron-ionparen driften voor collectie en heeft dus de neiging de hersteltijd van de detector te vergroten. Een toegenomen elektrische veldgradiënt tussen de elektroden heeft de neiging de driftsnelheid van het ion te verhogen, waardoor enigszins de hersteltijd van de detector verkort wordt. Echter men is beperkt in de toename van de elektrische gradiënt, welke nog redelijk kan worden gebruikt, aangezien lawine gasversterking zal beginnen op te treden, hetgeen een onzekerheid in de versterking veroorzaakt en uiteindelijk doorslag in het gas. Een toenemende detectorspanning veroorzaakt eveneens ongewenste toename in de microfone gevoeligheid van de detector.

Rangschikkingen van ionisatiekamers worden in een typerend geval gebruikt voor het meten van de röntgenintensiteitsverdelingen in voor computerbewerking of rekenmachinale dwars axiale tomografie-installaties. Bij een typerende toepassing van een dergelijke installatie wordt een bewegende röntgenstralingsbron herhaaldelijk gepulseerd voor de transmissie van röntgenstralingsenergie langs een aantal gescheiden stralingswegen door een te onderzoeken lichaam. De door het lichaam gezonden energie wordt gedetecteerd in een ionisatiekamerrangschikking en geïnterpreteerd door gebruikmaking van een numerieke computer of rekenmachine onder het vormen van röntgenbeelden van inwendige lichaamsweefsels. In de oudere Nederlandse octrooiaanvraag 7609648 wordt een rangschikking van ionisatiekamers beschreven, welke op doeltreffende wijze kan worden toegepast in een rekenmachinale dwars-axiale tomografische installatie.

De snelheid waarmede gegevens verzameld worden in een rekenmachinale tomografische installatie met ingebouwde ionisatiekamer-detectorrangschikkingen wordt beperkt door de hersteltijd van de individuele detectorcellen. De tijd tussen röntgenstraalpulsen moet voldoende lang zijn om een collectie mogelijk te maken van nagenoeg alle geladen deeltjes binnen de detectorcellen.

7704813

Van de elektronen geproduceerd in ionisatiekamers weet men, dat ze een zeer snelle drift naar de anode vertonen, terwijl de positieve ionen zich veel langzamer naar de kathode bewegen. In het algemeen kan de elektronenstroom echter niet onafhankelijk in bekende ionisatiekamers gemeten worden, aangezien deze gemaskeerd wordt door een verplaatsingsstroom, welke wordt opgewekt in het anodecircuit door de positieve ionen, die wegvloeien van de anode.

Er is echter één uitzondering op de hiervoor gaande uitspraak. Een eenvoudige twee-elektrode ionisatiekamer kan onafhankelijk de elektroncomponent detecteren, indien de röntgenstraalpuls zeer kort is in vergelijking tot de drifttijd van de ionen. In dat geval komt de elektroncomponent naar voren als een intense korte puls boven de langzaam veranderende ionverplaatsingsstroom. In de meeste rekenmachinale tomografische röntgeninstallaties is het echter niet doenlijk een voldoende röntgenstralingsfluxniveau te verkrijgen, indien de röntgenstraalimpuls kort is in vergelijking tot de iondrifttijd zelfs bij de thans in conventionele röntgenbuizen bereikbare maximumstroom. In plaats daarvan is het bij de huidige rekenmachinale tomografische systemen noodzakelijk een röntgenstraalimpuls te gebruiken, welke in lengte vergelijkbaar is met de iondrifttijd (in een typerend geval enkele milliseconden). In een dergelijk geval is er geen manier om de elektronstroomcomponent in bekende ionisatiekamers afzonderlijk te meten.

Dergelijke bekende ionisatiekamers worden bijvoorbeeld beschreven in "Ionization Chambers and Counters Experimental Techniques", B.B. Rossi en H.H. Staub, McGraw-Hill 1949, in hoofdstuk 5.

Mechanische trillingen, welke kunnen worden overgedragen aan de elektroden bij bekende ionisatiekamers doen de elektrodeafstand en capaciteit variëren en hebben dus de neiging microfone foutstromen te introduceren in

7704813

het detectorcircuit. De door deze microfone stromen geproduceerde elektrische ruis kan het gebruik noodzakelijk maken van een hogere stralingsbelichting teneinde tomografische beelden te verkrijgen met een gegeven oplossend vermogen.

5 Een roosterelektrode wordt opgesteld in het detectorgebied van een ionisatiekamer nabij de anode en wordt op een elektrische potentiaal gehouden tussen die van de anode en de kathode. De taak van het rooster is de anode af te schermen tegen het elektrische veld, dat wordt opge-
10 wekt door positieve ionen, welke naar de kathode stromen, hetgeen een onafhankelijke meting mogelijk maakt van de elektronenstroom, die naar de anode loopt; zelfs wanneer de lengte van de röntgenstraalimpuls niet veel korter is dan de drifttijd van de ionen. De hersteltijd van de
15 ionisatiekamer wordt daardoor verlaagd met verscheidene orden van grootte ten opzichte van de bekende kamers. Het rooster kan star bevestigd zijn aan de anode en, door de anode af te schermen van het elektrisch veld van de kathode, zal de neiging hebben om capacitieve microfone
20 stromen te elimineren, welke anders in het anodecircuit zouden vloeien.

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

25 Fig. 1 toont een ionisatiekamer-röntgendetector volgens de bekende stand der techniek;

Fig. 2 geeft een ionisatiekamer-röntgendetector volgens de onderhavige uitvinding;

Fig. 3 geeft een doorsnede van een roosterstructuur volgens de onderhavige uitvinding;

30 Fig. 4 geeft een ionisatiekamerrangschikking volgens de onderhavige uitvinding; en

Fig. 5 toont een gewijzigde uitvoeringsvorm van een ionisatiekamerrangschikking volgens de onderhavige uitvinding.

35 Fig. 1 toont een enkelvoudige cel van een ionisatiekamer-röntgendetector volgens de bekende stand der

7704813

techniek. Röntgenfotonen 11 gaan een wisselwerking aan met atomen van een zwaar gas 12 in het gebied tussen een vlakke anode 14 en een evenwijdige vlakke kathode 16. Een spanningsbron 18 is geschakeld tussen de anode 14 en de kathode 16 om een elektrisch veld op te wekken in het er tussen liggende gebied.

Een röntgenfotoon, dat geabsorbeerd wordt in het gas 12, produceert op typerende wijze een foto-elektron, dat op zijn beurt een aantal elektron-ionparen in het gas opwekt. De elektronen driften snel naar de anode 14 (in een typerend geval in ongeveer 1 microseconde), terwijl de ionen veel langzamer driften naar de kathode 16 (in een typerend geval in een paar milliseconden). De stroom I_1 vloeiend van de anode 14 in de spanningsbron 18 moet noodzakelijkerwijze gelijk zijn aan de stroom I_2 vloeiend van de spanningsbron naar de kathode 16 en wordt bepaald door de stroom van positieve ionen naar de kathode. De snelle elektronenstroom naar de anode 14 is gesuperponeerd op een nagenoeg gelijke en tegengestelde verplaatsingsstroom, welke wordt opgewekt, wanneer positieve ionen zich bewegen uit het gebied van de anode naar het gebied van de kathode. Aldus zelfs ofschoon geen ionen stromen naar de anode, vertoont de stroom uit die elektrode toch een betrekkelijk langzame responsie, welke wordt geregeld door de langzame beweging van positieve ionen, d.w.z. volgende op de beëindiging van de röntgenstralingimpuls, gaat de verplaatsingsstroom in de anode door met te vloeien (in een typerend geval gedurende enige milliseconden) totdat alle ionen de kathode bereiken.

Fig. 2 toont een verbeterde ionisatiekamer volgens de onderhavige uitvinding. Een zwaar detectiegas 12 bezet het gebied tussen een anode 14 en een kathode 16. Een open roosterelektrode 20 is opgesteld in het gas 12 nabij en evenwijdig aan de anode 14. De roosterelektrode 20 wordt gehandhaafd op een spanning, gelegen tussen de kathode 16 en de anode 14 door spanningsbronnen 22 en 24.

7704813

Röntgenfotonen treden de detector binnen en gaan een wisselwerking aan met het gas 12 onder vorming van elektronenparen in het gebied tussen de kathode 16 en het rooster 20. De elektronen driften snel naar het rooster, terwijl de ionen langzaam driften naar de kathode. Sommige van de elektronen worden opgevangen op het rooster. Een gedeelte echter van de elektronen (bijvoorbeeld misschien de helft) lopen door het rooster en bereiken de anode. Het aantal elektronen, die de anode bereiken, kan verbeterd worden door de spanning V_2 van de spanningsbron 22 en V_1 van de spanningsbron 24 zodanig in te stellen, dat het elektrische veld tussen het rooster en de anode groter is dan het elektrische veld tussen het rooster en de kathode.

Het detectorgas 12 dient op voordelige wijze een gas te zijn met een atoomgewicht groter dan of gelijk aan het atoomgewicht van argon, en kan in een typerend geval xenon of een mengsel van edelgassen bevatten bij een druk tussen ongeveer 10 atmosfeer en ongeveer 100 atmosfeer.

De verplaatsingsstroom tengevolge van ionbeweging tussen de kathode 16 en het rooster 20 vloeit naar het rooster, aangezien de anode 14 nu elektrostatisch afgeschermd is van de langzaam veranderende ionlading in dat gebied. De stroom vloeiend van de anode 14, I_1 zal slechts het gevolg zijn van de elektronenstroom, en zal een responsietijd vertonen in de orde van 1 microseconde, hetgeen ruwweg duizendmaal sneller is dan een responsietijd bepaald door ionendrift.

Fig. 3 toont een roosterstructuur die op voordelige wijze kan worden ingebouwd in een ionisatiekamer volgens de onderhavige uitvinding. Een dunne gelijkmatig laag van isoleringsmateriaal, bijvoorbeeld alumiumoxide, quartz of borium nitride 30 wordt opgebracht op het oppervlak van een metallische anode 14. Een dunne metaallaag 32 wordt opgebracht op de isolerende laag 30 tegenover de anode. Gat 34 worden vervolgens door etsen of door zandstralen aangebracht door de dunne metalen laag 32 en de isolerende

7704813

laag 30 ter vorming van een isolerend rooster, dat rechtstreeks gebonden is aan de anode. Soortgelijke technieken voor het vormen van rechtstreeks gebonden roosters zijn ontwikkeld voor gebruik in keramiek-metaal elektronenbuizen. Bij de onderhavige aanvraag echter moet de isolerende laag
 5 tussen het rooster 32 en de anode 14 een hoge elektrische weerstand bezitten, in een typerend geval 10^{12} Ohm of meer teneinde elektrische lekstromen uit het rooster 32 naar de anode 14 zo klein mogelijk te houden.

Het rechtstreeks gebonden rooster van fig. 3
 10 zal voorts zodanig werken, dat het de anode 14 afschermt tegen elke verandering in elektrisch veld, die veroorzaakt zou kunnen worden door de trilling van de anode of nabijgelegen elektroden. Detectoren volgens de onderhavige constructie zullen daardoor de neiging hebben om veel kleinere
 15 microfone stromen op te wekken dan de detectoren volgens de bekende stand der techniek.

Fig. 4 toont een ionisatiekamerrangschikking voor het bepalen van de ruimtelijke verdeling van röntgenstralingsintensiteit. Een roosterconstructie 20 is opgesteld
 20 evenwijdig aan een vlakke kathode 16. Een aantal anodesegmenten 40 zijn opgesteld nabij het rooster tegenover de kathode 16. Een detectorgas 12 bezet het gebied tussen de kathode 16, het rooster 20 en de anoden 40. Elk der individuele anoden 40 is geaard via een signaalbewerking-
 25 circuit 42, dat middelen bevat voor het meten en kwantificeren van de stroom uit elk anodesegment. De kathode 16 wordt gehandhaafd op een negatieve spanning ten opzichte van aarde door een eerste spanningsbron 44. Het rooster 20 wordt gehandhaafd op een spanning tussen die van de kathode
 30 en geaard, door een tweede spanningsbron 46. Voor een afstand D tussen rooster en kathode van ongeveer 10 millimeter en een afstand d van rooster tot anode van ongeveer 0,1 millimeter wordt de kathode op voordelige wijze gehandhaafd op ongeveer 1000 Volt beneden aard-potentiaal en het
 35 rooster op ongeveer 30 Volt beneden aardpotentiala.

7704813

De elektrondriftsnelheid varieert echter slechts weinig met ^{het} elektrische veld en een ~~vi~~jd bereik van andere spanningen is mogelijk. Het elektrische veld in de detector dient in elk geval te worden gehandhaafd beneden deze waarden, welke een lawinedoorslag zouden voortbrengen in
5 het detectorgas 12 en dus een hoge niet-lineaire responsie veroorzaken.

De detectoruitvoeringsvorm van fig. 4 verschaft uiterst korte hersteltijden. Het ruimtelijk oplossend vermogen van die detector wordt echter beperkt door de
10 stralingskarakteristiek van xenon, welke de neiging heeft om overspraak te produceren tussen de uitgangssignalen uit nabijgelegen anodesegmenten 40. Fig. 5 toont een uitvoeringsvorm volgens de onderhavige uitvinding, welke minder gevoelig is voor de overspraak opgewekt door de
15 stralingskarakteristiek van xenon dan de detector van fig. 4. Deze uitvoeringsvorm bevat een aantal in hoofdzaak evenwijdige kathodeplaten 50 gescheiden en ondersteund door isolatoren 58. Een aantal anodeplaten 52 zijn equi-distant opgesteld tussen de kathodeplaten 50 en
20 op soortgelijke wijze ondersteund door isolatoren 58. Geaarde protectieringen 60 kunnen worden aangebracht in de isolatoren 58 tussen de kathodeplaten 50 en de anodeplaten 52 om lekstromen af te voeren, welke anders zouden vloeien langs de isolatoren en fouten zouden opwekken
25 in stralingsmetingen. De kathodeplaten 50 worden gehandhaafd op een negatieve spanning ten opzichte van aarde door een spanningsbron 62. De anoden 52 zijn geaard via stroommeetcircuits 64. Een paar geleidende roosters 54 zijn opgesteld nabij de oppervlakken van elke anodeplaat 52.
30 De roosters kunnen worden gedragen op een dunne laag (bijvoorbeeld 0,1 millimeter) van isolerend materiaal 56 op het oppervlak van de anoden, op een wijze beschreven hierboven met betrekking tot figuur 3. De roosterconstructies worden gehandhaafd op een spanning, gelegen
35 tussen die van de kathoden en aarde door een spannings-

77 048 13

bron 65.

De anodeplaten 50 en de kathodeplaten 52 dienen bijvoorbeeld te worden gefabriceerd uit metalen met een hoog atoomnummer, bijvoorbeeld, molybdeen, tantaal of wolfraan. Slechts bij wijze van illustratie kunnen in
 5 een typerende detector de anode- en kathodeplaten geconstrueerd worden uit 0,05 millimeter molybdeen- of wolfraanplaten gemonteerd op 2 millimeter hart op hart. De anode- en kathodeplaten dienen om individuele detectorcellen af te schermen tegen karakteristieke straling
 10 van xenon, en welke wordt opgewekt in aangrenzende cellen op een wijze, die meer in bijzonderheden beschreven is in de hierboven aangehaalde oudere octrooibeschrijving. In een typerende cel kunnen de kathoden 50 worden gehandhaafd op een spanning van ongeveer 200 Volt beneden aard-
 15 potentiaal en de roosters 54 worden gehandhaafd op een spanning van ongeveer 30 Volt beneden aardpotentiaal.

C O N C L U S I E S .

1. Ionisatiekamer-röntgenstralingsdetector bevattende een in hoofdzaak vlakke anodeplaat, een in hoofdzaak
 20 vlakke kathodeplaat opgesteld evenwijdig aan de anodeplaat, een open roosterstructuur opgesteld tussen de kathode- en de anodeplaat, een gasachtig detectiemiddel aangebraeht tussen de kathode, anode en het rooster, middelen om een elektrische potentiaal te handhaven tussen de anode en de kathode,
 25 middelen om het rooster te handhaven op een elektrische potentiaal tussen die van de anode en de kathode; en middelen om de elektrische stroom te meten van de anode naar de kathode.
- 30 2. Ionisatiekamer volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het rooster opgesteld is nabij de anode.
3. Ionisatiekamer volgens conclusie 2, gekenmerkt door een geperforeerde isolerende laag opgebracht op het

7704813

oppervlak van de anodeplaat en waarbij het rooster een dunne, geperforeerde metalen plaat bevat, opgebracht op de isolerende laag, waarbij de perforaties van de isolerende laag en de metalen plaat ten opzichte van elkaar uitgericht zijn.

5 4. Ionisatiekamer volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de isolerende laag aluminiumoxide, quartz of borium nitride omvat.

10 5. Ionisatiekamer volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het gasachtige middel gassen omvat met een atoomgewicht groter dan of gelijk aan het atoomgewicht van argon.

6. Ionisatiekamer volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het gasachtige middel xenon bevat.

15 7. Ionisatiekamer volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat het gasachtige middel een druk bezit tussen ongeveer 10 atmosfeer en ongeveer 100 atmosfeer.

20 8. Ionisatiekamer volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de elektrische veldsterkte tussen het rooster en de anode duidelijk groter is dan de elektrische veldsterkte tussen het rooster en de kathode.

25 9. Ionisatiekamer volgens één der voorafgaande conclusies, met het kenmerk, dat de anodeplaat een aantal geleidende segmenten bevat, die elektrisch van elkaar geïsoleerd zijn en waarbij het middel voor het meten van de stroom ingericht is voor het meten van de individuele stroom uit elk der segmenten.

30 10. Verbeterde ionisatiekamer-röntgendetectorrangschikking van het type bevattende een gasachtig detectiemiddel, een aantal in hoofdzaak vlakke anoden opgesteld in het gasachtig middel, een aantal vlakke kathoden opgesteld in het gasachtig middel, waarbij elk der kathoden bij benadering equi-distant gelegen zijn tussen twee der anoden, en middelen voor het aanleggen van een elektrische
35

7704813

gelijkspanningspotentiaal tussen de kathoden en de anoden; met het kenmerk, dat de ionisatiekamerrangschikking voorts een aantal open roosterconstructies bevat, opgesteld nabij de oppervlakken van de anoden; en middelen voor het handhaven van de roosterconstructies op een potentiaal, gelegen

5

tussen die van de kathoden en de anoden.
11. Ionisatiekamerrangschikking volgens conclusie 10, gekenmerkt door een aantal dunne geperforeerde isolatielagen, die elk der anoden en roosters scheidt.

10

12. Ionisatiekamerrangschikking volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat elk der roosters bevestigd is aan een isolatielaag, en de isolatielagen bevestigd zijn aan de anoden.

15

13. Ionisatiekamerrangschikking volgens conclusie 11 of 12, met het kenmerk, dat het elektrische veld geproduceerd tussen de roosters en de anoden aanzienlijk groter is dan het elektrische veld opgewekt tussen de roosters en de kathoden.

20

14. Verbeterde ionisatiekamer cel van het type bevattende een detectiegas aangebracht in het gebied tussen een kathode en een anode en middelen voor het opdrukken van een elektrisch veld tussen de kathode en de anode, waarbij, als verbetering, de cel voorts bevat:

een open roosterconstructie aangebracht in het gas nabij de anode; en

25

middelen om de roosterconstructie te handhaven op een elektrische potentiaal tussen die van de kathode en de anode,

30

waardoor de anode afgeschermd is van veranderingen in het elektrische veld in het gebied tussen het rooster en de kathode.

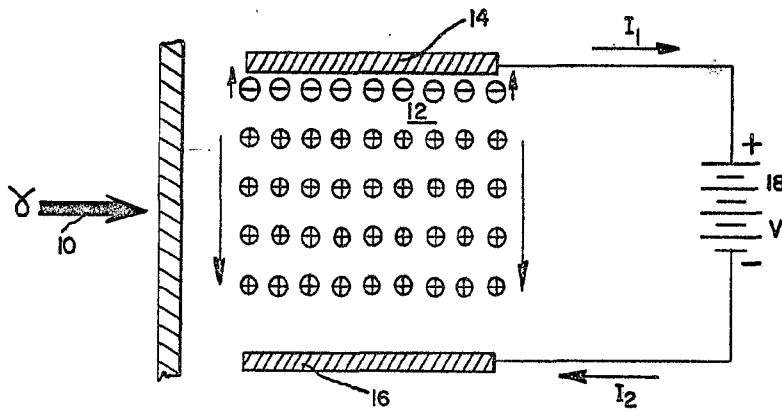


Fig. 1
Bekende techniek

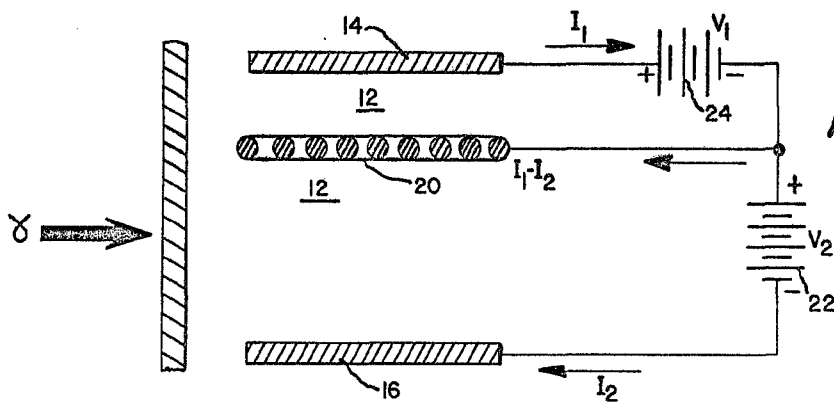


Fig. 2

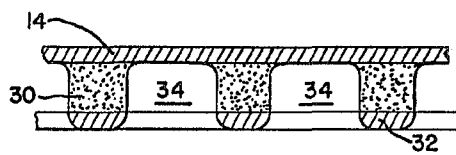


Fig. 3

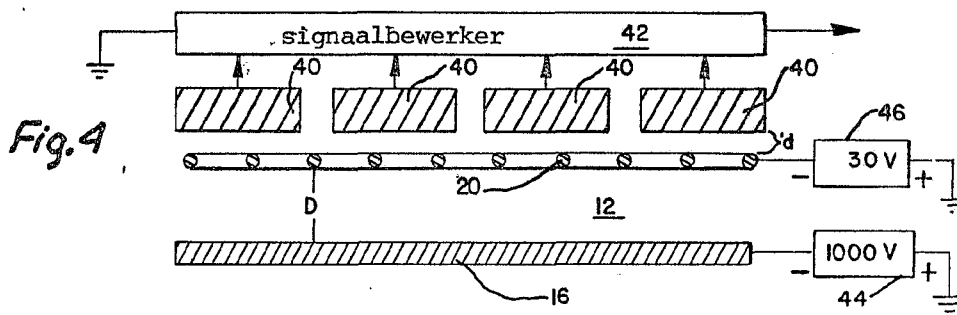
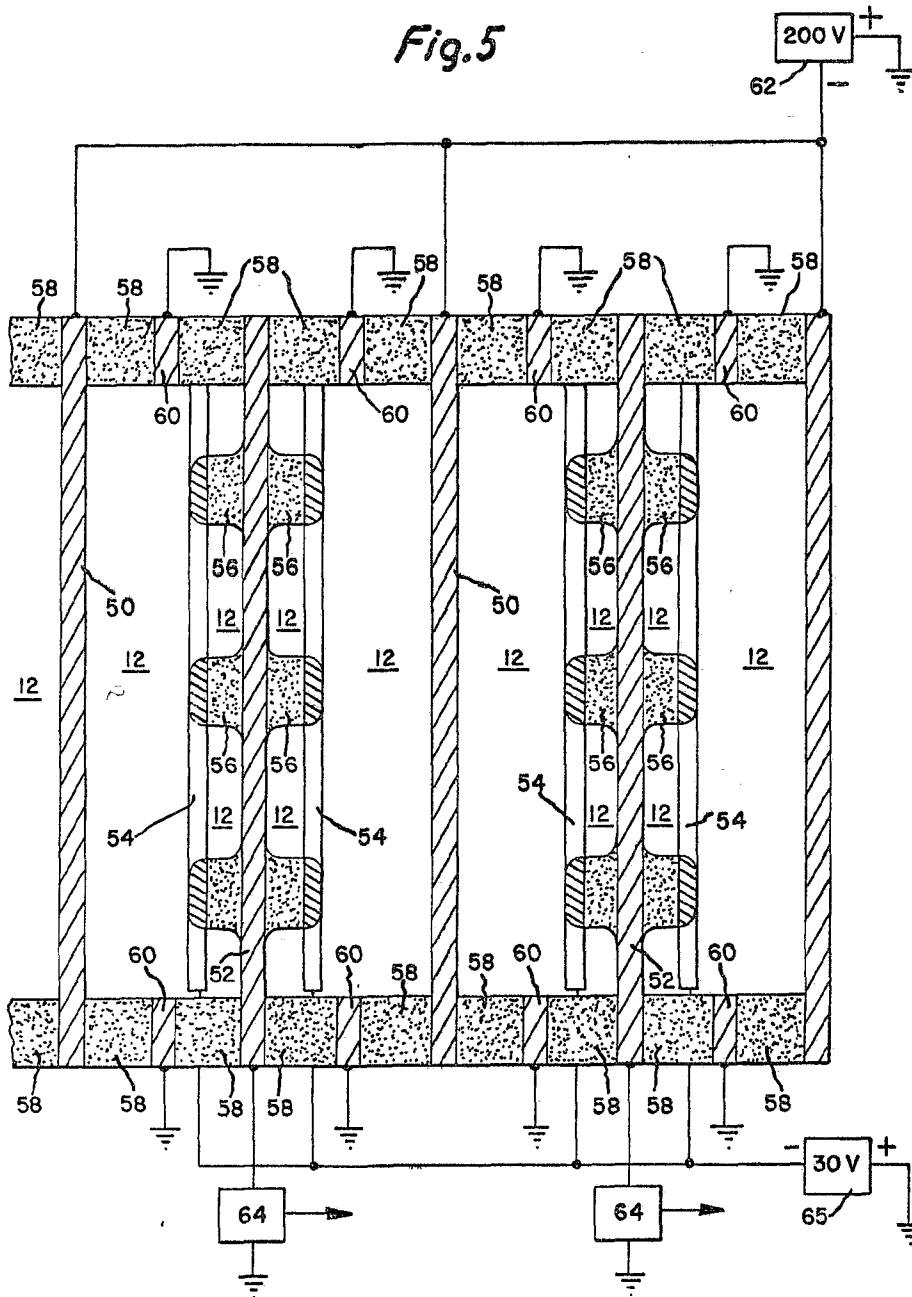


Fig. 4

Fig.5



77 048 13