

---

Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8002948**

**Nederland**

⑱ **NL**

---

- ⑤④ **Xenon-Röntgenstralings detector met taps toelopende platen.**
- ⑤① Int.Cl<sup>3</sup>: H01J47/02.
- 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  
2585 GD 's-Gravenhage.

- 
- ②① Aanvraag Nr. 8002948.
- ②② Ingediend 21 mei 1980.
- ③② Voorrang vanaf 25 mei 1979.
- ③③ Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③① Nummer van de voorrangsaanvraag: 42629 .
- ②③ --
- ⑥① --
- ⑥② --

- 
- ④③ Ter inzage gelegd 27 november 1980.

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

---

Xenon-Röntgenstralings detector met taps toelopende platen.

De uitvinding heeft betrekking op Röntgenstralings detectoren, bevattende electrisch geleidende platen, opgesteld in een ioniseerbaar medium, zoals xenongas, en meer in het bijzonder heeft zij betrekking op plaatvormen, welke het kwantum detectie rendement vergroten.

5 Ionisatiekamers worden gewoonlijk gebruikt voor het detecteren van röntgenphotonen en andere ioniserende straling. Röntgenphotonen gaan een wisselwerking aan met atomen van een zwaar detectorgas, voor het produceren van electron-ion paren. Röntgenphotonen worden in het algemeen geabsorbeerd door een gasatoom, dat een photo-electron uitzendt van een  
10 van zijn electronische niveaus. De photo-electronen bewegen door het gas waarbij zij een wisselwerking aangaan met andere ioniserende gasatomen, voor het produceren van een lawine van electronen en positieve ionen, welke worden opgevangen op geschikte electroden voor het produceren van een electrische stroom. Indien zulke electron-ion paren worden geprodu-  
15 ceerd in een gebied tussen twee electroden van tegengestelde polariteit, volgen zij electrische veldlijnen tijdens hun drift naar de electroden en wekken een electrische stroom op. De electrische stroom, die vloeit tussen de electroden, is een functie van het totale aantal röntgenphotonen, die een wisselwerking aangaan in de buurt van de electroden.  
20 Op deze wijze is de amplitude van de resulterende electrische stroom een directe maat voor de intensiteit waarmede een röntgenstralenbundel invalt tussen de electroden.

Röntgenstralings detectoren van de onderhavige soort, bevatten in een typerend geval van elkaar verwijderde electrisch  
25 geleidende platen, die in een typerend geval bestaan uit electrisch geleidend materiaal met een hoog atoomnummer Z, zoals wolfram. Deze platen worden in een typerend geval opgesteld in een onder druk te brengen huis voorzien van middelen voor het aanleggen van electrische potentialen aan de platen. Het huis bevat in een typerend geval, althans  
30 ten dele, een materiaal met een laag atoomnummer Z, zoals aluminium, zodat het betrekkelijk doorlatend is voor de invallende röntgenstralenbundel. Binnen het huis zijn de evenwijdige geleidende platen ondergedompeld in een onder hoge druk staand gas-achtig ioniseerbaar medium, zoals xenon. Ofschoon andere gassen kunnen worden toegepast als ioniseerbaar  
35 medium, geniet xenon de voorkeur wegens zijn relatief hoog atoomgetal, zijn ioniseerbaarheid in aanwezigheid van röntgenstralen, zijn non-activiteit en de fluïdumaard ervan, zelfs bij relatief hoge drukken, zoals 25 atmosfeer, welke druk typerend is voor de toegepaste drukken,

ter vergroting van de absorbtie van röntgenstralen. Dergelijke röntgenstralen detectors worden bijvoorbeeld beschreven in de Amerikaanse octrooischriften no.4.047.040 en 4.047.041, die verleend werden op 6 september, 1977. Deze röntgenstralen detectoren zijn bijzonder nuttig  
5 bij door een computer bestuurd tomografische toepassingen, die het afbeelden met zich meebrengen van inwendige lichaams organen van patiënten, die een verscheidenheid aan symptomen en condities vertonen. Dienovereenkomstig teneinde het röntgenstralings niveau te reduceren, waaraan deze patiënten worden blootgesteld, is het gewenst dat de  
10 röntgenstralen detector op efficiënte wijze zal werken. Om te maken dat de radioloog en/of dokter een nauwkeurige diagnose kunnen stellen, is het daarnaast zeer gewenst, dat het oplossend vermogen van het resulterende tomographische beeld zo hoog mogelijk is en in het geval van de hierin beschreven ionisatie detectoren wordt het hoge oplossend  
15 vermogen verkregen door de detectorplaten op geringere afstand te plaatsen.

Een eenvoudige inkrimping van de afstand tussen de detector platen produceert echter bepaalde ongewenste resultaten. In het bijzonder hebben de platen een eindige dikte, welke ongeveer .15 mm kan zijn.  
20 Naarmate de afstand tussen de detector platen afneemt, wordt een steeds grotere fractie van het volume waarin de röntgenstralenbundel gericht is, opgenomen door de detectorplaten, die de röntgenstralingsbundel energie absorberen zonder enige bespeurbare stroom te produceren. Aldus naarmate het oplossend vermogen van de detector toeneemt, moet de dikte van de  
25 platen worden verkleind, teneinde een maximaal volume van het xenongas te verschaffen voor de productie van de photo-electronen. Wanneer echter de dikte van de platen afneemt, is er een toenemende neiging voor het ontstaan van microphonie, welke de resulterende beeldkwaliteit kan aantasten. Deze microphonie ontstaat als gevolg van de verschillende  
30 kamer- en machinetrillingen, die naar de detectorplaten worden overgedragen, welke platen, indien zij in dikte afnemen, een lagere stijfheid en massa bezitten en dien tengevolge, sterkere vibratie amplituden.

Ondanks deze potentiële problemen met microphonie, zijn er verschillende treffende voordelen, die ontstaan uit röntgenstralen  
35 detectoren van het onderhavige type, waarvan niet de minste is een hoge mate van rendement, waardoor de patiënt aan lage röntgenstralings doses kan worden blootgesteld. Daarenboven vult het gasachtige ionisatie medium de geometrie van de parallelle plaat configuratie. Dit is in tegenstelling tot het gebruik van vaste kristallijne lichamen, zoals

röntgenstralings detectoren, aangezien dergelijke kristallen nauwkeurig machinaal moeten worden bewerkt, teneinde de ruimte tussen de wolfram platen op te vullen, die nog steeds noodzakelijk zijn bij dergelijke detectoren om overspraak tussen aangrenzende detectorcellen te voorkomen. Daarnaast vult het xenon, zoals toegepast in een huis zoals hierboven beschreven volledig de ruimten tussen de platen op gelijkmatige wijze. Deze gelijkmatigheid waarborgt een minimale spoor afwijkfout, d.i. de fout die ontstaat wanneer de responsies van aangrenzende detectorcellen niet consistent zijn op het niveau van de geproduceerde stroom voor een gegeven röntgenstralen intensiteitsniveau. Daarenboven zijn ionisatie detectoren van het hier beschreven type opvallend minder duur in vervaardiging dan de detectoren die relatief grote lichamen van scintillatie kristal materiaal toepassen.

In overeenstemming met een voorkeursvorm van de onderhavige uitvinding ten aanzien van de hoge druk ionisatie detector, omvattende een huis, een binnen het huis aangebrachte ioniseerbaar medium en evenwijdige platen uit elektrisch geleidend materiaal met een hoog atoomnummer  $Z$ , welke platen gericht zijn in een richting, die in hoofdzaak loodrecht staat op een vlak van het huis en welke relatief doorlatend is voor röntgenstralen, lopen de voorranden van de platen taps toe, zodat zij aan de punten van de randen, die zich het dichtst bij de invallende röntgenstralenbundel bevinden smaller zijn. Het taps toelopen van de platen wordt verkregen hetzij door machinaal slijpen of door electrolytisch etsen. Omdat de absorbtie van röntgenstralen en de productie van photoelectronen in het detectorgas een exponentieel afnemende functie van gaspenetratie is, verschaft het taps toelopen van de voorste randen van de platen een groter volume aan detectorgas, waar het het meest bruikbaar is in termen van detector rendement. Bovendien is er een minimale reductie in massa bij taps toelopende detectorplaten en is het probleem van microphonie veel kleiner dan indien de dikte van de gehele detectorplaat zou moeten worden gereduceerd.

De onderhavige uitvinding vergroot het kwantum detectie rendement van een hoge druk ionisatiekamer detector zonder op merkbare wijze microphonie effecten te vergroten door de voorste rand van de detectorplaten taps te laten toelopen. De uitvinding zal hieronder aan de hand van de figuren der bijgaande tekening nader worden toegelicht.

Fig.1 geeft een bovenaanzicht van de detectorplaten, vervaardigd in overeenstemming met onderhavige uitvinding, welke voorts hun dimensionale relatie illustreren; en

8002948

Fig.2 toont een bovenaanzicht van een detectorplaat volgens de onderhavige uitvinding geproduceerd door electrolytisch etsen en door het aanbrengen van een afgeronde rand.

Fig. 1 illustreert een voorkeurs uitvoeringsvorm van de  
5 onderhavige uitvinding, waarin detectorplaten 10h, 10i en 10j worden weergegeven, die van elkaar verwijderd zijn, waarbij de hart op hart afstand tussen aangrenzende platen gegeven wordt door de lengte  $p$ , zoals weergegeven. De weergegeven detectorplaten zijn slechts drie platen in een röntgenstralen detector, die op typische wijze verscheidene  
10 honderden of duizenden platen omvat, die een groot aantal cellen  $d$  finiëren, die elk gevuld zijn met een ioniseerbaar medium 11, zoals xenongas. Elke detectorplaat bezit een dikte  $d$  en een lengte van voor naar achteren gelijk aan  $L$ . De voorrand van de detectorplaten d.w.z. de plaatrand die het meest in de buurt ligt van de röntgenstralingsbron  
15 is taps toelopend over een afstand  $g$ . De dikte van de detectorplaten bij hun voorste rand is  $t$  zoals weergegeven, en deze dikte neemt geleidelijk toe tot de dikte  $d$ , zoals weergegeven, over een afstand  $g$  vanaf de voorrand. De afstand  $g$  is in een typerend geval bij benadering gelijk aan een derde  $L$ , zoals beschreven in de hierboven genoemde  
20 Amerikaanse octrooischriften, zijnde detectorplaten opgesteld in een geschikt onder druk te brengen huis, voorzien van een voorvak, dat doorlatend is voor röntgenstralingsenergie. Voor dit doel kan het voorvak of het gehele huis een materiaal bevatten, zoals aluminium, dat een laag atoom getal bezit, en relatief weinig röntgenstralings energie  
25 absorbeert. De taps toelopende randen van de detectorplaten, volgens de onderhavige uitvinding, zijn opgesteld in een huis, waarbij de taps toelopende randen zich bevinden nabij het voorvak van het huis. Het huis is uiteraard voorzien van middelen voor het aanleggen van verschillende elektrische potentialen aan afwisselende stellen detectorpla-  
30 ten. De detectorplaten bevatten bij voorkeur elektrisch geleidend materiaal met een hoog atoomnummer  $Z$ , zoals wolfram, maar kunnen eveneens materiaal bevatten zoals tanthaal of rhenium.

Fig. 1 illustreert het feit dat het taps toelopen van de voorste randen van de detectorplaten het volume, dat voor het xenongas  
35 beschikbaar is voor de detectie van röntgenstralen doet toenemen. Het taps toelopen van de voorste randen verschaft een groter profijt dan de weergegeven toename van het gasachtige volume wegens de aard van de röntgenstralen absorptie, die in feite hoofdzakelijk plaatsvindt in het volume gas in het gebied van het tapse toelopen, omdat de

8002948

karacteristieke röntgenstralen absorptie in het medium afneemt als  $e^{-\alpha x}$ , waarin  $x$  = de afstand van röntgenstralen penetratie in het medium, en waarin  $\alpha$  = een konstante die afhangt van de röntgenstralen energie en druk van het medium. De grootheid  $\alpha$  is in een typerend geval  $1 \text{ cm}^{-1}$  voor de situatie waarbij de röntgenphotonen energie bezitten van ca. 70 keV en waarbij er xenongasdruk aanwezig is van ca. 25 atmosfeer. Wegens de aard van de röntgenstralen absorptie, neemt het kwantum detectie rendement toe, op een wijze, groter dan een berekening, enkel gebaseerd op volume-toename, zou aangeven. In het bijzonder, indien men de grootheid  $R$  definieert als de verhouding van het kwantum detectie rendement met de taps toelopende randen, zoals weergegeven in figuur 1 tot het kwantum detectie rendement zonder dit tapse toelopen, d.w.z. met een plaat die zuiver rechthoekige afmetingen heeft van  $L \times d$ , dan kan  $R$  berekend worden uit de volgende vergelijking:

$$R = 1 + \frac{d - t}{p - d} \frac{[1 - (1 - e^{-\alpha g})/\alpha g]}{(1 - e^{-\alpha L})}$$

Bij wijze van voorbeeld en niet ter beperking diene dat typerende afmetingen kunnen worden gepresenteerd, die de met de onderhavige uitvinding verkregen profijten illustreert. Zo zijn typerende afmetingen voor de in figuur 1 weergegeven grootheden als volgt:

$$d = 0,15 \text{ mm}, t = 0,025 \text{ mm}, g = 10 \text{ mm}, L = 25,4 \text{ mm} \text{ en } p = 0,61 \text{ mm}.$$

Er wordt eveneens verondersteld, dat de waarde van  $\alpha$  van  $1/\text{cm}$  zoals hierboven gegeven ook geldig is. Men kan gemakkelijk berekenen dat in dit voorbeeld het taps toelopen van de platen resulteert in een 5,5 % toename aan xenon volume tussen de platen. Echter indien de hierboven gegeven uitdrukking voor  $R$  wordt berekend onder gebruikmaking van de aangegeven waarden, dan zal men zien, dat het taps toelopen van de platen resulteert in een toename aan kwantum detectie rendement van 11,1 %. Dit is zeer dicht bij de winst aan kwantum detectie rendement, die zal resulteren indien wolfram platen van 0,1 mm dikte zouden worden toegepast in plaats van de taps toelopende platen met een dikte van 0,15 mm. De microphonie eigenschappen van de taps toelopende platen zijn echter veel beter dan de microphonie eigenschappen, die verbonden zijn met de platen van 0,1 mm dikte.

Er zijn twee manieren waarop het taps toelopen van de platen op geschikte wijze kan worden bewerkstelligd. In de eerste plaats kunnen de platen worden geslepen tot een taps toelopende configuratie, met behulp van machines, hetgeen resulteert in een taps toelopende vorm, zoals die, welke is weergegeven in figuur 1.

800 2948

In de tweede plaats zou het taps toelopen kunnen worden verkregen door electrolytisch etsen. Het etsen kan bijvoorbeeld worden bewerkstelligd door de platen te dopen in een sterk basische oplossing zoals natrium hydroxide, terwijl een wisselspanning wordt aangelegd tussen de platen 5 en een nikkel- of koolstofelektrode wordt ondergedompeld in de basische oplossing. De electrolytische etsings methode voor het taps doen toelopen van de voorste rand verdient enigszins de voorkeur aangezien de resulterende rand enigszins afgerond is, zoals weergegeven wordt in figuur 2. Deze afgeronde taps toelopende geometrie verdient de 10 voorkeur omdat gladdere hoeken resulteren in een enigszins gereduceerd elektrisch veld, nabij de punten van de platen.

Uit het bovenstaande zal het duidelijk zijn, dat het kwantum detectie rendement van een hoge druk gasachtige röntgenstralen detector op merkbare wijze toeneemt door de dikte van de voorrand van 15 de platen taps te laten toelopen. Wanneer men bij benadering het voorste een derde van de detectorplaat taps doet toelopen, neemt op deze wijze het kwantum detector rendement toe, zonder dat de effecten van microphonie in opvallende mate toenemen. Bovendien kan men de detectorplaten volgens de onderhavige uitvinding gemakkelijk en goedkoop taps laten 20 toelopen door electrolytische etsings methoden.

Ofschoon de uitvinding beschreven is onder verwijzing naar speciale uitvoeringsvormen en voorbeelden, kunnen andere wijzigingen en variaties bedacht worden, zolang zij niet buiten de beschermingsomvang van de onderhavige uitvinding geraken.

- C O N C L U S I E S -

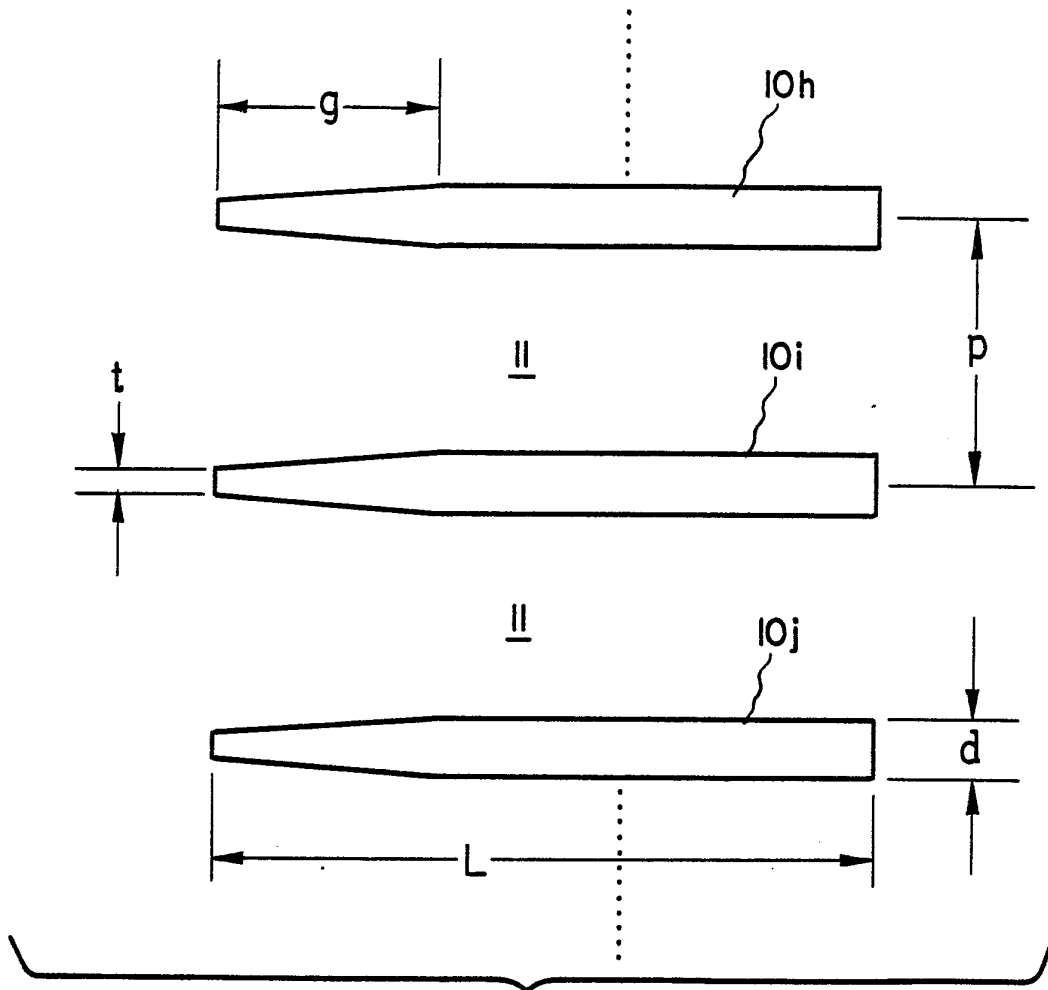
1. Röntgenstralings detector omvattende een onder druk  
brengbaar huis, dat ten minste een voorvak bezit voorzien van röntgen-  
stralings doorlatend materiaal, welk huis een edel gas bevat, zoals  
xenon, als ioniseerbaar medium, welk huis eveneens een stel parallele  
5 platen bevat, uit een electrisch geleidend materiaal met een hoog  
atoomnummer Z, zoals wolfram, welke platen in hoofdzaak loodrecht op  
het voorvak gericht zijn en van elkaar verwijderd zijn, waarbij afwisse-  
lende stellen dezer platen aansluitbaar zijn op een potentiaal verschil-  
bron, met het kenmerk dat de randen der platen (10) dicht bij het voor-  
10 vak taps toelopen, teneinde nabij het voorvak smaller te zijn.

2. Röntgenstralings detector volgens conclusie 1, met het  
kenmerk, dat de punten van de taps toelopende randen afgerond zijn.

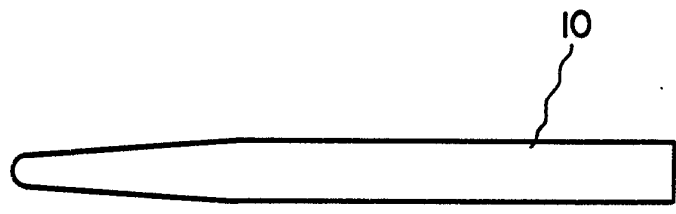
3. Röntgenstralings detector volgens conclusie 1, met het  
kenmerk, dat het taps toelopen wordt verkregen door slijpen.

15 4. Röntgenstralings detector volgens conclusie 1, met het  
kenmerk, dat het taps toelopen wordt verkregen door electrisch etsen.

5. Röntgenstralings detector volgens conclusie 4, met het  
kenmerk, dat het electrolytisch etsen wordt bewerkstelligd door de  
platen onder te dompelen in een sterke basische oplossing en een wissel-  
20 spanning aan te leggen tussen de platen en een electrode, die materiaal  
bevat, dat of nikkel, of koolstof kan zijn.



*Fig. 1*



*Fig. 2*