

Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7905433**

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤4 **Werkwijze en inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld.**
- ⑤1 Int.Cl³: C09K11/46, C09K11/20, C09K11/26, C09K11/34, C09K11/44, G03C5/16, G21K4/00.
- ⑦1 Aanvrager: Fuji Photo Film Co. Ltd. te Minami Ashigara, Japan.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 7905433.
- ②2 Ingediend 11 juli 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 12 juli 1978, 12 juli 1978.
- ③3 Land van voorrang: Japan (JP).
- ③1 Nummers van de voorrangsaanvragen: 84740/78, 84743/78.
- ②3 --
- ⑥1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 15 januari 1980.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

Fuji Photo Film Co., Ltd.
Minamiashigara, Japan.

Werkwijze en inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld.

De uitvinding heeft betrekking op een werkwijze en een inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld en meer in het bijzonder op een werkwijze en inrichting voor het registreren of opnemen van een stralingsbeeld op een stimuleerbare fosfor en het weergeven of afbeelden van het geregistreerde stralingsbeeld met behulp van de stimuleerbaarheid van de fosfor.

Zoals bekend worden in de fotografie algemeen zilverzouten toegepast om een stralingsbeeld te registreren. In de laatste tijd is behoefte ontstaan aan een registratiemethode van een stralingsbeeld zonder toepassing van zilverzouten in verband met de afnemende zilverreserves.

Als werkwijze voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld die in de plaats kan komen van de voornoemde fotografie is een werkwijze bekend, die de volgende trappen omvat:

(I) men laat een stimuleerbare fosforstraling absorberen, die door een voorwerp passeert,

(II) de fosfor wordt door een bepaald type energie gestimuleerd de in de fosfor opgeslagen straling als fluorescent licht af te geven en

(III) het fluorescente licht wordt gedetecteerd.

Het Britse octrooischrift 1.462.769 en de Japanse octrooipublicatie 29889/1976 beschrijven een werkwijze die onder de voornoemde methode valt, waarbij een warmte-stimuleerbare fosfor, d.w.z. een thermoluminescente fosfor, alsmede thermische energie als resp. de stimuleerbare fosfor en de stimuleringsenergie worden toegepast.

In de werkwijze, beschreven in de voornoemde referenties wordt nl. een paneel voor het opslaan en vastleggen van de straling, bestaande uit een dragerbasis en een daarop aangebrachte thermoluminescente fosforlaag toegepast, en wordt een stralingsbeeld gere-

7905433

gistreerd en weergegeven door de thermoluminescente fosforlaag van het paneel straling, die door een voorwerp passeert, te laten absorberen om daarin de stralingsenergie die overeenkomt met de intensiteit van de straling op te slaan, de opgeslagen stralingsenergie als
5 een lichtsignaal vrij te maken door de thermoluminescente fosforlaag te verhitten en daarna het lichtsignaal te detecteren. Het type materialen, dat in de thermoluminescente fosforlaag en de dragerbasis van het paneel wordt toegepast is echter sterk beperkt, omdat het paneel ter omzetting van het daarin opgeslagen stralingsbeeld in een
10 lichtsignaal moet worden verhit, zodat het absoluut noodzakelijk is, dat het paneel warmtebestendig is (bestendig tegen deformatie of ontleding door warmte). Bijgevolg is het in verband met de voornoemde beperking bijzonder moeilijk de boven beschreven werkwijze in de praktijk toe te passen.

15 Het Amerikaanse octrooischrift 3.859.527 beschrijft een andere werkwijze, die onder de voornoemde methode valt, alsmede een inrichting daarvoor, waarbij een door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosfor en zichtbare straling of infraroodstraling worden toegepast als resp. de stimuleerbare fosfor en de
20 stimuleringsenergie. De in het voornoemde Amerikaanse octrooischrift beschreven werkwijze heeft boven de eerder beschreven werkwijze de voorkeur omdat het daarin toegepaste paneel niet wordt verhit, maar wordt bestraald met zichtbare of infraroodstraling om de daarin opgeslagen stralingsenergie in een lichtsignaal om te zetten, zodat het
25 niet vereist is, dat het paneel warmtebestendig is. Het is echter een bezwaar, dat, als door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosforen slechts enkele fosforen beschikbaar zijn, zoals een cerium en een samarium-geactiveerd strontiumsulfide fosfor (SrS:Ce,Sm), een europium- en samarium-geactiveerd strontiumsulfide-
30 fosfor (SrS:Eu,Sm), een europium- en een samarium-geactiveerd lantanumoxysulfidefosfor ($\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu,Sm}$) en een mangaan- en halogeen-geactiveerde zinkcadmiumsulfidefosfor [(Zn, Cd) S:Mn, X, waarin X halogeen is]. Verder is de gevoeligheid in deze methode, waarin deze fosforen worden toegepast bijzonder laag, omdat de stimuleerbaarheid van deze
35 fosforen zeer laag is. Bijgevolg bestaat er in de praktijk behoefte

79 05 433

aan een verbetering van de gevoeligheid.

Het is een hoofddoel van de uitvinding te voorzien in een werkwijze voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld onder toepassing van een door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosfor, waarbij de registratie en weergave met hoge gevoeligheid worden uitgevoerd. Het is een ander doel van de uitvinding te voorzien in een inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze van de uitvinding.

Om aan de voornoemde doeleinden te voldoen is een onderzoek ingesteld naar door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosforen met hoge stimuleerbaarheid. Gevonden is, dat de volgende vier typen fosforen een aanmerkelijk hoge stimuleerbaarheid vertonen ten opzichte van zichtbare straling of infraroodstraling.

(I) Een koper- en lood-geactiveerde zinksulfidfosfor (ZnS: Cu,Pb);

(II) europium-geactiveerde bariumaluminaatfosforen voorgesteld door de formule $BaO \cdot xAl_2O_3 : Eu$, waarin x een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde $0,8 \leq x \leq 10$;

(III) divalente metaalsilicaatfosforen voorgesteld door de formule $M^{II}O \cdot ySiO_2 : A$, waarin M^{II} ten minste één divalent metaal is, gekozen uit Mg, Ca, Sr, Zn en Ba, waarbij A ten minste een element is gekozen uit Ce, Tb, Eu, Tm, Pb, Tl, Bi en Mn en y een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde $0,5 \leq y \leq 2,5$.

(IV) oxyhalogenidfosforen, voorgesteld door de formule $LnOX : zA'$, waarin Ln ten minste een element is gekozen uit La, Y, Gd, en Lu, X Cl en/of B, A' Ce en/of Pb en z een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde $0 < z < 0,1$.

Aldus is gevonden, dat een werkwijze voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld alsmede een inrichting daarvoor een aanmerkelijk hoge gevoeligheid bezit, wanneer men ten minste één fosfor toepast, gekozen uit de volgende groep:

- (a) ZnS:Cu, Pb fosforen;
- (b) een fosfor, omvat in de groep $BaO \cdot xAl_2O_3 : Eu$ -fosforen;
- (c) een fosfor, omvat in de groep $M^{II}O \cdot ySiO_2 : A$ -fosforen en
- (d) een fosfor, omvat in de groep $LnOX : zA'$ -fosforen.

7905433

De werkwijze voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld volgens de uitvinding omvat de volgende trappen:

(I) men laat een door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosfor de door een voorwerp passerende straling absorberen;

(II) de fosfor wordt gestimuleerd door stimuleringsstralen, gekozen uit zichtbare en infraroodstralen voor het vrijmaken van de daarin opgeslagen stralingsenergie als fluorescent licht en

(III) het fluorescente licht wordt gedetecteerd, welke werkwijze en inrichting daardoor zijn gekenmerkt, dat de fosfor ten minste wordt gekozen uit de voormelde groep (a), (b), (c) en (d)-fosforen, waarbij de golflengte van de stimuleringsstraling ten minste 500 nm is.

De inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld volgens de uitvinding omvat

(I) een stralingsbeeldopslagpaneel, omvattende een door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosfor, die straling, die door een voorwerp passeert, absorbeert;

(II) een lichtbron, die stimuleringsstraling uitzendt, die de fosfor stimuleren de daarin opgeslagen stralingsenergie als fluorescent licht vrij te geven en

(III) een detector voor het detecteren van het fluorescerende licht, welke inrichting daardoor is gekenmerkt, dat de fosfor ten minste een fosfor is, gekozen uit de voornoemde groep fosforen (a), (b), (c) en (d), waarbij de golflengte van de stimuleringsstraling niet kleiner is dan 500 nm.

Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van de werkwijze en inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld volgens een uitvoeringsvorm van de uitvinding;

figuren 2A en 2B zijn dwarsdoorsneden van uitvoeringsvormen van het stralingsbeeldopslagpaneel, toegepast in de werkwijze en inrichting van de uitvinding;

figuren 3A en 3B zijn grafieken, die de stimuleringspectra van de ZnS:Cu,Pb-fosfor en de LaOBr:Ce,Tb-fosfor weergeven, die resp. in de uitvinding worden toegepast;

figuur 4 is een grafiek, die de lading van de ZnS:Cu,Pb-

79 05 4 3 3

fosfor, waarin stralingsenergie is opgeslagen, weergeeft en

figuur 5 is een grafiek, die de gestimuleerde emissiespectra van de in de uitvinding toegepaste stimuleerbare fosforen weergeeft.

5 De uitvinding zal nu in meer bijzonderheden worden beschreven.

In een uitvoeringsvorm van de uitvinding worden de volgende onderdelen, zoals blijkt uit figuur 1, toegepast:

- een stralingsbron 11,
- 10 een voorwerp 12,
- een stralingsbeeldopslagpaneel 13, waarop zich een fosforlaag bevindt, die de voornoemde fosfor omvat,
- een lichtbron 14, die zichtbare straling uitzendt met een golflengte van niet kleiner dan 500 nm of infraroodstraling, die de fosfor sti-
- 15 muleren tot het vrijgeven van de daarin opgeslagen stralingsenergie als fluorescent licht,
- een fotosensor 15, voor het detecteren van het door het paneel 13 uitgezonden fluorescente licht,
- een weergaveinrichting 16 voor het omzetten van een electricch signaal, verkregen door de fotosensor 15 in een beeld, dat overeenkomt
- 20 met het stralingsbeeld,
- een afbeeldinrichting 17 voor het afbeelden van het beeld, alsmede een filter 18 voor het tegenhouden van de stimuleringsstraling, uitgezonden door de lichtbron en gereflecteerd door het paneel
- 25 en voor het slechts doorlaten van het fluorescente licht uitgezonden door paneel 13. In de uitvoeringsvorm van de uitvinding als weergegeven in figuur 1 wordt de fotosensor 15 toegepast als een detector voor het detecteren van fluorescent licht en wordt de weergave van een stralingsbeeld uitgevoerd door middel van een fotosensor 15, de
- 30 weergave-inrichting 16 en de afbeeldinrichting 17. De inrichting voor het weergeven van het stralingsbeeld is echter niet daartoe beperkt.

Zoals blijkt uit figuur 1 wordt het voorwerp 12 opgesteld tussen de stralingsbron 11 en het stralingsbeeldopslagpaneel 13. Wanneer het voorwerp 12 wordt bestraald met een straling uit bron 11, passeert de straling door het voorwerp 12. De intensiteit van de stra-

35

7905433

ling die door het voorwerp 12 is gepasseerd stelt de transmissie van het voorwerp 12 voor. Derhalve wordt een beeld verkregen, dat het patroon van de transmissie van het voorwerp 12 voorstelt door middel van de straling die op het stralingsbeeldopslagpaneel 13 valt.

5 De straling in de vorm van het beeld, dat het patroon van de transmissie van het voorwerp 12 voorstelt, wordt geabsorbeerd door de fosforlaag van het paneel 13, terwijl electronen of gaten in de fosforlaag worden opgewekt. De hoeveelheid opgewekte electronen of gaten is evenredig met de hoeveelheid geabsorbeerde stralingsenergie. De electronen of gaten worden in het aanslagniveau van de fosfor opgeslagen, 10 waardoor aldus de stralingsenergie in het opslagpaneel 13 wordt opgeslagen of vastgelegd.

Daarna wordt het stralingsbeeld opgeslagen in paneel 13 zichtbaar gemaakt door stimulering met zichtbare straling of infraroodstraling, uitgezonden uit lichtbron 14. D.w.z. dat de fosforlaag van paneel 13 wordt bestraald met zichtbare straling met een golflengte van ten minste 500 nm of infraroodstraling uitgezonden uit lichtbron 14, waardoor de electronen of gaten, opgeslagen in het aanslagniveau van de fosfor daaruit worden uitgedreven, waarbij het stralingsbeeld opgeslagen in paneel 13 vrijkomt als fluorescent licht. 20 De luminescentie van het fluorescente licht uitgezonden door paneel 13 is evenredig met de aantallen electronen of gaten opgeslagen in de fosforlaag, d.w.z. de hoeveelheid daardoor geabsorbeerde stralingsenergie. Het fluorescente licht (lichtsignaal) wordt gedetecteerd en 25 omgezet in een elektrisch signaal door fotosensor 15, zoals een fotomultiplicator. Het verkregen elektrische signaal wordt door de weergaveinrichting 16 omgezet in een beeld, dat overeenkomt met het stralingsbeeld, waarbij het beeld wordt afgebeeld door de display-inrichting 17. Aldus wordt het stralingsbeeld gereproduceerd.

30 Het paneel 13 en lichtbron 14, die worden toegepast in de inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld volgens de uitvinding, worden nu in meer bijzonderheden beschreven. Zoals blijkt uit figuur 2A omvat paneel 13 een dragerbasis 21 en een daarop aangebrachte fosforlaag 22. De fosforlaag 22 omvat ten minste 35 één fosfor, gekozen uit de groep, bestaande uit:

7905433

(a) een koper- en lood-geactiveerde zinksulfidfosfor
 ZnS: Cu,Pb),

(b) een fosfor, omvat in de groep van europium-geactiveerde bariumaluminaatfosforen, voorgesteld door de formule
 5 BaO.xAl₂O₃:Eu, waarin x een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde
 0,8 ≤ x ≤ 10,

(c) een fosfor, omvat in de groep van divalente metaal-silicaatfosforen voorgesteld door de formule M^{II}O.ySiO₂:A, waarin M^{II} ten minste een divalent metaal is, gekozen uit Mg, Ca, Sr, Zn en
 10 Ba, A ten minste een element is gekozen uit Ce, Tb, Eu, Tm, Pb, Tl, Bi en Mn en y een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde 0,5 ≤ y ≤ 2,5,
 en

(d) een fosfor, omvat in de groep van oxyhalogenidefosforen, voorgesteld door de formule LnOX:zA', waarin Ln ten minste
 15 een element is gekozen uit La, Y, Gd en Lu, X Cl is en/of Br, A' Ce en/of Tb is en z een getal is dat voldoet aan de voorwaarde 0 < x < 0,1.

In de voornoemde ZnS:Cu,Pb-fosforen, BaO.xAl₂O₃:Eu-fosforen en M^{II}O.ySiO₂:A-fosforen is de hoeveelheid van de activator (resp. Cu + Pb, Eu en A) bij voorkeur niet groter dan 0,2 g atoom,
 20 en is met de meeste voorkeur 10⁻⁶ - 5 x 10⁻³ g atomen/mol van de matrix (resp. ZnS, BaO.xAl₂O₃ en M^{II}O.ySiO₂). In de voornoemde LnOX:zA'-fosforen is de hoeveelheid van de activator (A'), d.w.z. z; bij voorkeur 10⁻⁶ - 10⁻¹ en met de meeste voorkeur 10⁻⁶ - 5 x 10⁻³. Ln is
 bij voorkeur La.

25 Het stralingsbeeldopslagpaneel, weergegeven in figuur 1 wordt b.v. op de volgende wijze vervaardigd:

Men bereidt een bekledingsdispersie met een viscositeit van 50 c.s. door 8 gew.dln van de voornoemde fosfor te mengen met
 1 gew.dl van een nitro-cellulose onder toepassing van een oplosmiddel
 30 (een mengsel van aceton, ethylacetaat en butylacetaat). Daarna wordt de bekledingsdispersie uniform aangebracht op een horizontaal geplaatste polyetheentereftalaatfilm (dragerbasis) en op natuurlijke wijze gedurende 1 dag gedroogd ter vorming van een fosforlaag met een dikte van ongeveer 300 micrometer. Een transparante glasplaat of een metaal-
 35 folie, zoals aluminiumfolie kan tevens als drager worden toegepast.

7905433

Een stralingsbeeldopslagpaneel met de structuur van figuur 2B kan tevens in de uitvinding worden toegepast. Het paneel van figuur 2B omvat twee transparante dragers 23, 24 en een daarop aangebrachte fosforlaag 22. De fosforlaag 22 omvat uiteraard de voor-
 5 noemde fosfor. Het paneel wordt b.v. vervaardigd door een fosforlaag met de juiste dikte tussen twee glasplaten aan te brengen en daarna de randen van de fosforlaag af te dichtten.

Als lichtbron, die de stimuleringsstraling uitzendt, die de fosforlaag van het voornoemde paneel stimuleert, kan men een
 10 lichtbron toepassen, die licht uitzendt met een enkele golflengte, zoals een He-Ne-laserbundel (633 nm), een YAG-laserbundel (1064 nm) en een robijnlaserbundel (694 nm), alsmede een lichtbron, die licht uitzendt met een bandspectrum in het zichtbare gebied met een golf-
 lengte van ten minste 500 nm alsmede infraroodstralen. In het bij-
 15 zonder kan een hoge stimuleringsenergie worden bereikt met een laserbundel. Van de laserbundels heeft de He-Ne-laserbundel de voorkeur.

Figuren 3A en 3B zijn grafieken, die het verband weer-
 geven tussen de golflengte van de stimuleringsstralen en de luminan-
 tie van het gestimuleerde licht, dat wil zeggen de gestimuleerde
 20 spectra van de resp. in de uitvinding toegepaste ZnS:Cu:Pb- en LaOBr: 0,0001 Ce, 0,0001 Tb-fosforen.

De stimuleringspectra werden verkregen door de ZnS:Cu, Pb- en de LaOBr: 0,0001 Ce, 0,0001 Tb-fosforen te bestralen met röntgen-
 stralen van 80 KVP, de fosforen te stimuleren met zichtbaar en infra-
 25 roodstraling met variërende golflengten en daarna de luminantie van het gestimuleerde licht te meten. Zoals blijkt uit figuur 3A kan de ZnS:Cu,Pb-fosfor worden gestimuleerd met een straling met een golf-
 lengte in het gebied van 500 - 1500 nm. De optimale stimulering daar-
 van kan worden uitgevoerd in het gebied van 600 - 950 nm. Verder zoals
 30 blijkt uit figuur 3B kan de LaOBr: 0,0001 Ce, 0,0001 Tb-fosfor worden gestimuleerd met stralen met een golflengte in het gebied van 500 -
 900 nm. De optimale stimulering daarvan kan worden uitgevoerd in het gebied van 500 - 700 nm. Hoewel het golflengtegebied van de stimule-
 ringsstraling van de LnOX:zA' fosforen enigszins varieert, afhanke-
 35 lijk van de variatie in de samenstelling daarvan, is steeds onge-

7905433

veer 500 - 900 nm, terwijl het optimale golflengtegebied 500 - 700 nm is.

De golflengtegebieden van de stimuleringsstraling voor de vier soorten in de uitvinding toegepaste fosforen en de optimale golflengtegebieden daarvan worden in tabel A weergegeven.

T A B E L A

Type fosfor	Golflengtegebied van de stimuleringsstraling	Optimaal golflengtegebied van de stimuleringsstraling
ZnS:Cu,Pb	500 - 1500 nm	600 - 950 nm
10 BaO.xAl ₂ O ₃ :Eu	500 - 1200 nm	650 - 1000 nm
M ^{II} O.ySiO ₂ :A	500 - 1100 nm	500 - 700 nm
LnOX:zA'	500 - 900 nm	500 - 700 nm

Zoals blijkt uit figuur 3B hebben de stimuleringspectra van de LnOX:zA'-fosforen slechts één piek in de nabijheid van 540 nm. Daarentegen hebben, zoals geïllustreerd in figuur 3A de stimuleringspectra van de ZnS:Cu,Pb-fosforen, de BaO.xAl₂O₃:Eu-fosforen en de M^{II}O.ySiO₂:A-fosforen twee spectrale banden in het golflengtegebied van 500 - 1500 nm, waarbij de piek van de centrale band met kortere golflengte hoger is dan die bij langere golflengten.

In de werkwijze voor het registreren en reproduceren van een stralingsbeeld onder toepassing van een stimuleerbare fosfor heeft het de voorkeur een fosfor, die door zichtbare straling stimuleerbaar is, toe te passen, boven een fosfor, die door infraroodstraling stimuleerbaar is. Het aanslagniveau van de infrarood-stimuleerbare fosfor is nl. smaller dan dat van de fosfor, die door zichtbare straling stimuleerbaar is, waardoor bijgevolg het paneel, dat de infrarood-stimuleerbare fosfor omvat een aanmerkelijke fading vertoont, waardoor de stralingsbeeldopslagperiode daarvan kort is. Wanneer het paneel met de infrarood-stimuleerbare fosfor bij voorbeeld wordt afgetast met infraroodstralen en het daarvan uitgezonden fluorescente licht electricisch wordt verwerkt, is een bepaalde tijdsperiode nodig om het totale vlak van het paneel af te tasten, zodat er de mogelijkheid bestaat, dat verschillen ontstaan tussen het beginuitgangssignaal en het einduitgangssignaal, zelfs hoewel het begingedeelte en

7905433

het eindgedeelte van het paneel tevoren dezelfde hoeveelheid straling hebben geabsorbeerd.

Aldus is het wegens de voornoemde redenen gewenst een stimuleerbaar fosfor toe te passen die een zo diep mogelijk aanslag-
5 niveau heeft en bij gevolg doeltreffend wordt gestimuleerd door stralen met een hoge energie, d.w.z. stralen met korte golflengten. Als eerder beschreven, zijn de optimale stimuleringsstralen van de $M^{II}O.ySiO_2:A$ -fosforen en $LnOX:ZA'$ -fosforen zichtbare stralen met een golflengte in het gebied van 500 - 700 nm, waarbij de optimale stimu-
10 leringsstralen van de $ZnS:Cu,Pb$ -fosfo en de $BaO.xAl_2O_3:Eu$ -fosforen, toegepast in de uitvinding, in het gebied liggen, dat de zichtbare straling omvat. Bijgevolg vertoont het paneel, toegepast in de werkwijze en inrichting van de uitvinding slechts weinig fading en heeft een lange levensduur.

15 Figuur 4 is een grafiek die de verhouding weergeeft tussen de tijdsperiode gedurende welke men de $ZnS:Cu,Pb$ -fosfor liet staan na belichting met röntgenstralen van 80 KVP en de relatieve luminantie van het gestimuleerde licht uitgezonden door de fosfor bij stimulering met stimuleringsstraling, nadat men de fosfor gedurende een
20 bepaalde tijdsperiode had laten staan, waarbij de krommen (a) en (b) de gevallen weergeven waarin de fosfor met resp. straling van 1300 en 750 nm was gestimuleerd. Zoals blijkt uit figuur 4 vertoont de fosfor bij stimulering met stralen van 1300 nm (kromme a) een aanmerkelijk grotere fading vergeleken met het geval van stimulering met stralen
25 van 750 nm (kromme b).

In de werkwijze voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld onder toepassing van een stimuleerbare fosfor is het verder gewenst, een fosfor toe te passen, die gestimuleerd licht met zo kort mogelijke golflengte uitzendt. De redenen hiervoor zijn
30 als volgt:

(I) bij het detecteren van het gestimuleerde licht, uitgezonden door het paneel is het noodzakelijk het gestimuleerde licht te scheiden van de door het paneel gereflecteerde stimuleringsstralen;

35 (II) de fotosensor voor het detecteren van het gestimu-

7905433

leerde licht uitgezonden door het paneel heeft in het algemeen een hoge gevoeligheid voor stralen met een golflengte korter dan 600 nm.

De vier soorten in de uitvinding toegepaste fosforen, voldoen aan de bovengenoemde voorwaarde; d.w.z. dat elk van deze fosforen een gestimuleerde emissie vertoont met een hoofdpijk in het golflengtegebied kleiner dan 500 nm. Bijgevolg kan het daaruit uitgezonden gestimuleerde licht gemakkelijk van de stimuleringsstraling worden gescheiden. Verder is het spectrum van het gestimuleerde licht in goede overeenstemming met de spectrale gevoeligheid van de fotosensor en derhalve kan dit efficiënt door de fotosensor worden gedetecteerd. De gestimuleerde emissiespectra van de $\text{BaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Eu}^{2+}$ -fosfor, de $\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Ce}$ -fosfor en de $\text{LaOBr} \cdot \text{Ce}$, Tb -fosfor, gemeten door stimulering van deze fosforen met een He-Ne-laserbundel na bestraling met röntgenstralen van 80 KVP, worden geïllustreerd in figuur 5, waarin de krommen a, b en c de spectra weergeven van de $\text{BaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Eu}^{2+}$ -fosfor (met een piek bij ongeveer 435 nm), de $\text{BaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Ce}$ -fosfor (ongeveer 425 nm) en de $\text{LaOBr} \cdot \text{Ce}$, Tb -fosfor (ongeveer 400 nm).

Tabel B toont de gevoeligheid van het stralingsbeeldopslagpaneel, toegepast in de werkwijze en inrichting van de uitvinding (nr. 2 - 8), vergeleken met die van het gebruikelijke stralingsbeeldopslagpaneel, waarbij $\text{SrS} \cdot \text{Eu}$, Sn -fosfor (nr. 1) wordt toegepast. De gevoeligheid wordt voorgesteld door de relatieve luminantie van het gestimuleerde licht uitgezonden door het paneel ten opzichte van die van het gestimuleerde licht, uitgezonden door het gebruikelijke paneel, dat wordt vastgelegd als 1. De luminantie werd gemeten door de fosforlaag van het paneel te belichten met röntgenstralen van 80 KVP, de fosforlaag te stimuleren met een He-Ne-laserbundel en het fluorescerende licht (gestimuleerde licht), uitgezonden door de fosforlaag te detecteren met de fotosensor (een fotomultiplicator met een spectrale gevoeligheid van S-5).

79 05 433

TABEL B

<u>No.</u>	<u>Fosfor van het paneel</u>	<u>Relatieve gevoeligheid</u>
1	SrS:0,0001Eu, 0,0001Sm	1
2	ZnS:0,0001Cu, 0,0001Pb	700
3	BaO.Al ₂ O ₃ :0,005Eu	150
5 4	BaO.SiO ₂ :0,0001Ce	300
5	LaOBr:0,001Tb	700
6	LaOBr:0,0005Ce	500
7	LaOBr:0,0001Ce,0,0001Tb	700
8	LaOCl:0,0001Ce,0,0001Tb	300

10 Zoals blijkt uit tabel B hebben de stralingsbeeldpane-
 len, toegepast in de werkwijze en inrichting van de uitvinding (nrs.
 2 - 8) een aanmerkelijk hogere gevoeligheid dan de gebruikelijke stra-
 lingsbeeldopslagpanelen (nr. 1). Aldus wordt volgens de uitvinding
 bij het registreren en weergeven van een stralingsbeeld een aanmerke-
 15 lijk grotere gevoeligheid bereikt dan bij de gebruikelijke methoden
 en inrichtingen.

7905433

C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld door
- (I) een door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosfor de door een voorwerp passerende straling te laten absorberen,
- (II) de fosfor te stimuleren met stimuleringsstraling, gekozen uit zichtbare straling en infraroodstraling, voor het vrijmaken van de energie van de daarin opgeslagen straling als fluorescent licht en
- 10 (III) door het fluorescente licht te detecteren, met het kenmerk, dat de fosfor ten minste een fosfor is, gekozen uit
- a) een koper- en lood-geactiveerde zinksulfidfosfor (ZnS:Cu,Pb),
- b) een fosfor, omvat in de groep van europium-geactiveerde barium-aluminaatfosforen, voorgesteld door de formule $BaO \cdot xAl_2O_3$:Eu waarin x een getal is dat voldoet aan de voorwaarde $0,8 \leq x \leq 10$,
- c) een fosfor, omvat in de groep van divalente metaal-silicaatfosforen, voorgesteld door de formule $M^{II}O \cdot ySiO_2 : A$, waarin M^{II} ten minste een divalent metaal is, gekozen uit Mg, Ca, Sr, Zn en Ba, A ten minste een element is, gekozen uit Ce, Tb, Eu, Tm, Pb, Tl, Bi en Mn, en y een getal is dat voldoet aan de voorwaarde $0,5 \leq y \leq 2,5$ en
- d) een fosfor, omvat in de groep van oxyhalogenidfosforen, voorgesteld door de formule $LnOX : zA'$, waarin Ln ten minste een element is, gekozen uit La, Y, Gd en Lu, X Cl en/of Br, A' Ce en/of Tb voorstellen en z een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde $0 < z < 0,1$, waarin de golflengte van de stimuleringsstraling niet kleiner is dan 500 nm.
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stimuleringsstraling een laserbundel is.
3. Werkwijze volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat de laserbundel een He-Ne-laserbundel is.
4. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de

7905433

fosfor koper- en lood-geactiveerde zinksulfidefosfor is en de golflengte van de stimuleringsstraling ten hoogste 1500 nm is.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de golflengte van de stimuleringsstraling 600 - 950 nm is.

5 6. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit europium-geactiveerde bariumaluminaatfosforen en de golflengte van de stimuleringsstraling ten hoogste 1200 nm is.

7. Werkwijze volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de 10 golflengte van de stimuleringsstraling 650 - 1000 nm is.

8. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit divalente metaalsilicaatfosforen en de golflengte van de stimuleringsstraling ten hoogste 1100 nm is.

9. Werkwijze volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de 15 golflengte van de stimuleringsstraling 500 - 700 nm is.

10. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit oxyhalogenidefosforen, en de golflengte van de stimuleringsstraling ten hoogste 900 nm is.

11. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat 20 de golflengte van de stimuleringsstraling 500 - 700 nm is.

12. Inrichting voor het registreren en weergeven van een stralingsbeeld, omfattende

(I) een stralingsbeeldopslagpaneel, dat een door zichtbare straling of infraroodstraling stimuleerbare fosfor omvat, die 25 de door een voorwerp passerende straling absorbeert;

(II) een lichtbron, die stimuleringsstraling uitzendt, die de fosfor stimuleert de daarin opgeslagen stralingsenergie als fluorescent licht vrij te geven en

(III) een detector voor het detecteren van het fluorescente licht, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit de groep 30 bestaande uit:

(a) een koper- en lood-geactiveerde zinksulfidefosfor (ZnS:Cu,Pb);

(b) een fosfor, omvat in de groep van europium-geactiveerde barium-aluminaatfosforen, voorgesteld door de formule 35 $BaO \cdot xAl_2O_3 : Eu$, waarin x een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde

7905433

$$0,8 \leq x \leq 10;$$

(c) een fosfor, omvat in de groep van divalente metaal-silicaatfosforen, voorgesteld door de formule $M^{II}O_4SiO_2:A$, waarin M^{II} ten minste een divalent metaal is, gekozen uit Mg, Ca, Sr, Zn en Ba, A ten minste een element is, gekozen uit Ce, Tb, Eu, Tm, Pb, Tl, Bi en Mn, en y een getal is, dat voldoet aan de voorwaarde $0,5 \leq y \leq 2,5$,

(d) een fosfor, omvat in de groep van oxyhalogenidefosforen, voorgesteld door de formule $LnOX:zA'$, waarin Ln ten minste een element is, gekozen uit La, Y, Gd en Lu, X Cl en/of Br, A' Ce en/of Tb voorstellen en z een getal is dat voldoet aan de voorwaarde $0 < z < 0,1$, waarbij de golflengte van de stimuleringsstralen ten minste 500 nm is.

13. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de stimuleringsstraling een laserbundel is.
14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat de laserbundel een He-Ne-laserbundel is.
15. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de fosfor de koper- en lood-geactiveerde zinksulfidfosfor is en de golflengte van de stimuleringsstralen ten hoogste 1500 nm is.
16. Inrichting volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat de golflengte van de stimuleringsstraling 600 - 950 nm is.
17. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit europium-geactiveerde bariumaluminaatfosforen en de golflengte van de stimuleringsstraling ten hoogste 1200 nm is.
18. Inrichting volgens conclusie 17, met het kenmerk, dat de golflengte van de stimuleringsstraling 650 - 1000 nm is.
19. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit divalente metaalsilicaatfosforen en de golflengte van de stimuleringsstraling ten hoogste 1100 nm is.
20. Inrichting volgens conclusie 19, met het kenmerk, dat de golflengte van de stimuleringsstraling 500 - 700 nm is.
21. Inrichting volgens conclusie 12, met het kenmerk, dat de fosfor wordt gekozen uit oxyhalogenidefosforen en de golflengte van de stimuleringsstralen ten hoogste 900 nm is.
22. Inrichting volgens conclusie 21, met het kenmerk, dat de golflengte van de stimuleringsstraling 500 - 700 nm is.

7905433

FIG. 1

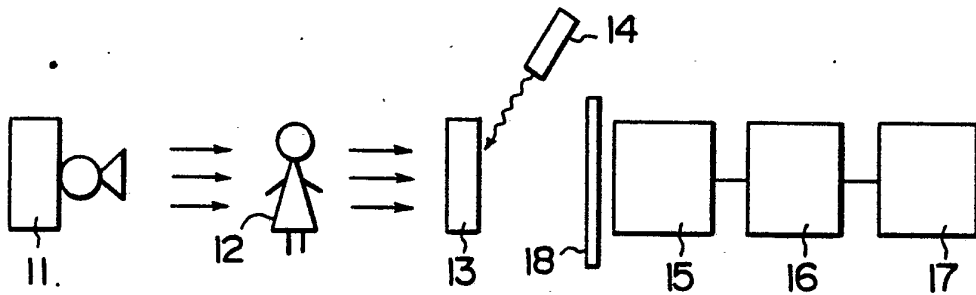


FIG. 2A

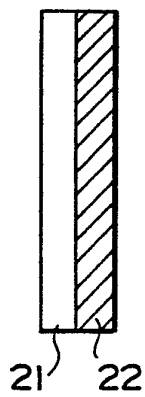


FIG. 2B

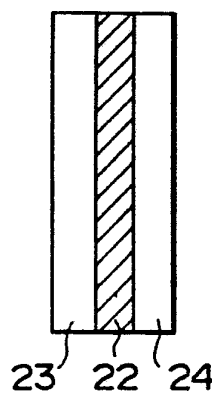


FIG.3A

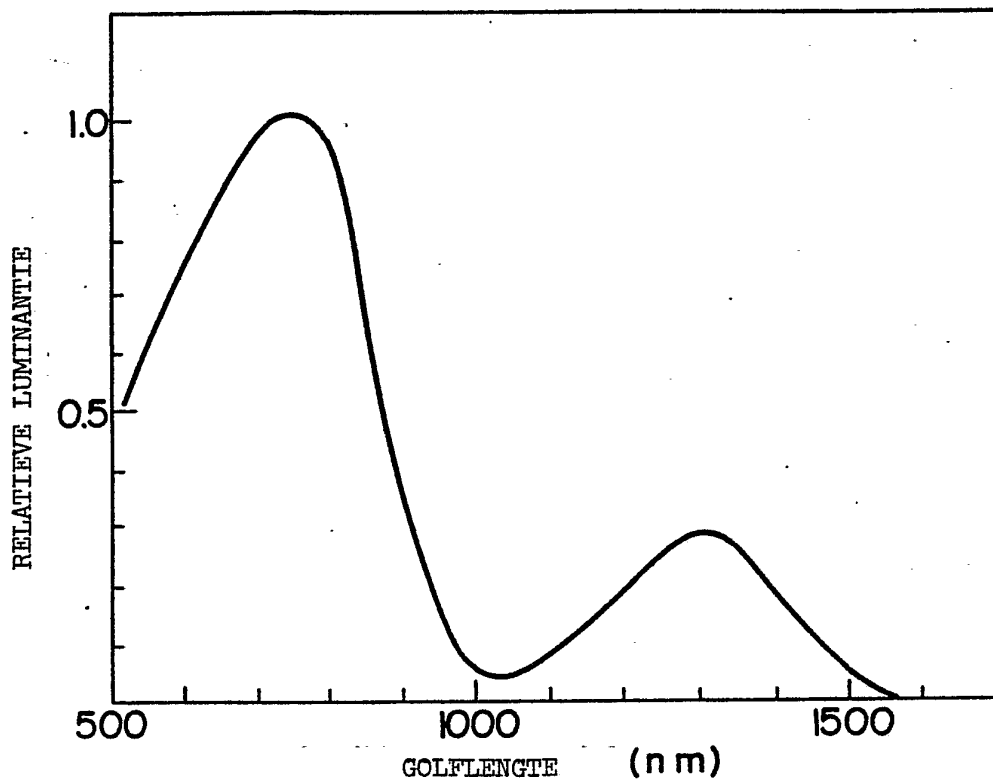
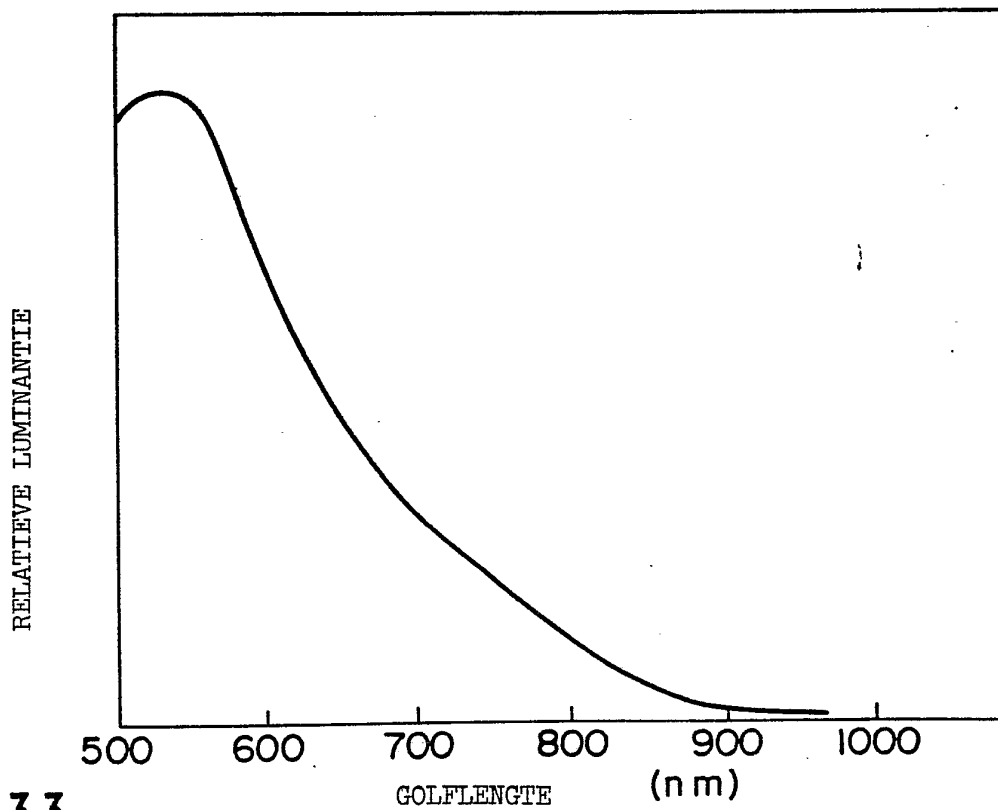


FIG.3B



7905433

FIG. 4

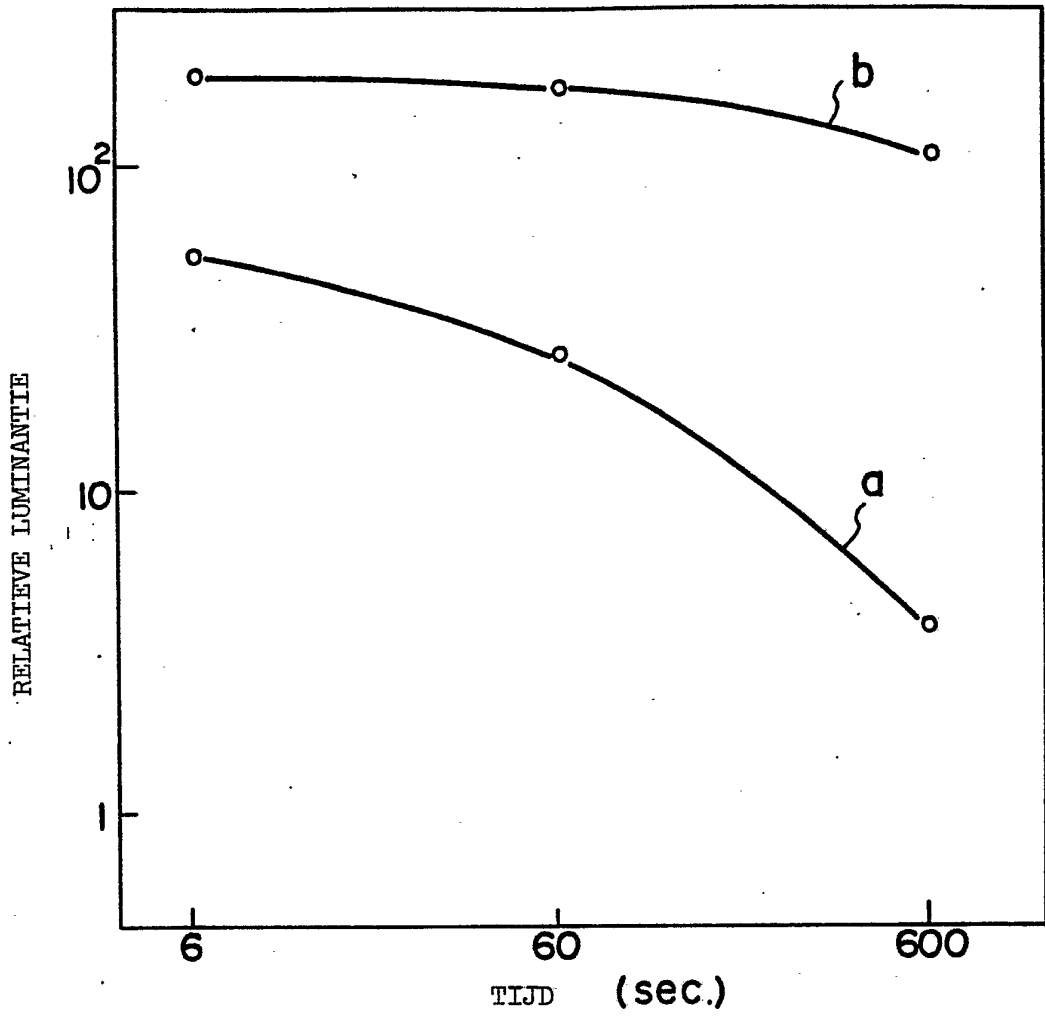
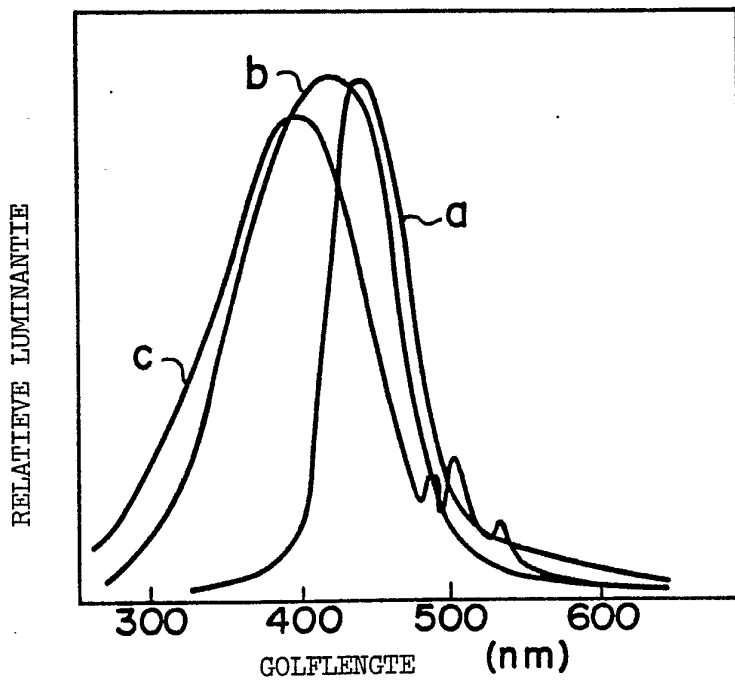


FIG. 5



7905433