



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7920202**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Radiografische inrichting en werkwijze voor het waarnemen van de belichtingstijd van een film.**
- ⑤1 Int.Cl³: G01N23/04, G03B41/16.
- ⑦1 Aanvrager: The Boeing Company te Seattle, Washington, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. A. Siedsma c.s.
Octrooibureau Arnold & Siedsma
Sweelinckplein 1
2517 GK 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 7920202.
- ⑧6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag: PCT/US79/01115.
- ②2 Ingediend 21 december 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 27 december 1978.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 973620 .
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 31 oktober 1980.
- ⑧7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag: 10 juli 1980.
- ⑧7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag: WO80/01420.

Deze octrooiaanvraag werd ingediend als internationale octrooiaanvraag onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s) en tekening(en). De Nederlandse octrooiaanvraag wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvraag.

26 AUG 1980

Radiografische inrichting en werkwijze voor het waarnemen van de belichtingstijd van een film.

5 De uitvinding betreft het gebruik van radiografische straling voor het onderzoek van constructie en industriële materialen en meer in het bijzonder op een waarneemapparaat en een werkwijze voor het vaststellen van de belichtingstijd, die nodig is om radiografisch de film bloot te stellen aan een vooraf vastgestelde optimale dichtheid.

10 Een belangrijk doel van een röntgenonderzoek is om op de film waarneembare verschillen in röntgenstraalabsorptievermogen in een niet homogeen materiaal vast te leggen. De materialen, die in dit verband van belang zijn, zijn constructiematerialen en industriële materialen die op inwendige fouten of breuken en dergelijke onderzocht moeten worden. Het materiaal dat gecontroleerd moet worden
15 wordt geplaatst tussen een bron voor röntgenstralen en een radiografische film. De straling die door een dergelijk materiaal valt komt op de emulsie van de film terecht en de hoeveelheid van de invallende straling bepaalt de mate van zwarting of dichtheid van de aan de straling
20 blootgestelde film. Verschillen in röntgenstraalabsorptie door het materiaal worden geaccentueerd op de film door de totale mate van straling die daarop valt zodanig te regelen, dat een bepaalde filmdichtheid wordt verkregen. De gewenste filmdichtheid is de dichtheid, waarbij de
25 grootste verandering optreedt bij een verandering van de betreffende belichting. Deze gewenste waarde kan gevonden worden door de H-D kromme te onderzoeken (die de dichtheid uitzet tegen de logfunctie van de relatieve belichting) voor de betreffende film en door een dichtheid te kiezen,
30 waar de helling van de kromme het grootste is. Voor de meeste in de handel verkrijgbare films ligt de maximale helling op het gebied waar de gevoeligheid van de film maxi-

maal is tussen dichtheidswaarden van ongeveer 1,5 en ongeveer 3,5.

5 Absorptie van röntgenstralen door een voorwerp
of materiaal varieert natuurlijk in hoge mate tussen ver-
schillende typen materialen (atomaire structuur) en ver-
schillende materiaaldikten. Om een beeld op de film te
krijgen, hetwelk een voldoende contrast en helderheid op-
levert om zwakke structuren en breuken aan te geven, gaat
de gebruiker meestal volgens de volgende standaard-proce-
10 dure te werk. Eerst kiest hij daarbij afgaand op zijn er-
varing met een bepaalde röntgenstraalmachine en het type
en de dikte van het te onderzoeken materiaal de kilovolta-
ge en de milliampèrage voor de röntgenstraalmachine, de
afstand tussen de film en de stralingsbron en de belich-
15 tingstijd. Er kunnen indien men dit wenst verschillende
typen röntgenstraalfilms en verschillende filmversterkende
schermen worden gebruikt. Vervolgens wordt een belichting
gemaakt waarbij het materiaal op de daarvoor bestemde
plaats is gebracht, waarna de röntgenfilm ontwikkeld wordt
20 waarbij gebruik wordt gemaakt van de bekende filmontwikkel-
methodes. Indien de resulterende filmdichtheid niet ligt
binnen het maximale hellingsdeel van de H-D kromme, het-
geen veel voorkomt, wordt één van de bovengenoemde variabe-
len, meestal de kilovoltage instelling van de machine aan-
25 gepast en wordt een volgende belichting uitgevoerd. Dit
wordt herhaald tot een bruikbare röntgenstraaldichtheids-
waarde verkregen wordt. Wanneer de resulterende röntgen-
straalfilmdichtheid valt binnen het bruikbare deel van de
H-D kromme voor de betreffende gebruikte film, kan de ge-
30 bruiker het filmbeeld korrigeren of verbeteren door een van
de bovengenoemde variabelen volgens bekende procedures op-
nieuw in te stellen.

Wanneer de gebruiker tevreden is met het film-
contrast en de helderheid, legt hij voor de toekomst de
35 volgende informatie vast: (a) de materiaaldikte en het type
van het materiaal (de fysische dichtheid en wellicht de
atomaire structuur van de samenstelling; (b) het kilovolta-

ge en het milliamperage, die ingesteld zijn voor de röntgenstraalmachine: (c) de belichtingstijd; (d) de afstand tussen de röntgenstraalbron tot de film; (e) het type film en (f) de gebruikte röntgenstraalmachine. Deze informatie kan ongelukkigerwijs niet worden gekatalogiseerd en gebruikt voor andere typen röntgenstraal machines omdat het ontwerp en de constructie van de verschillende machines in hoge mate variëren zodanig, dat zij dikwijls röntgenstraalbundels van verschillende sterkte en spectrale inhoud produceren zelfs wanneer zij worden gebruikt bij de zelfde waarden van de kilovoltages en de milliamperages. Het is dus noodzakelijk om elke röntgenstraalmachine op een individuele basis te behandelen.

Deze procedures zijn in hoge mate tijdrovend terwijl zij bovendien een aanzienlijke hoeveelheid dure röntgenfilms verknoeien en ook nog omslachtige registraties en het bijhouden van de registraties vereisen om een voldoende efficiënt gebruik van de machine met soortgelijke materialen in de toekomst mogelijk te maken. De beschikbaarheid van uitgebreide registraties en de kunde van de deskundige gebruiker en de ervaring bepalen in belangrijke mate of de röntgenradiografie een wat betreft de kosten/^{een} efficiënte methode is om fouten in constructies en industriële produkten vast te stellen.

Er zijn recentelijk ontwikkelingen gaande in de industriële röntgentechniek om de bovengenoemde bezwaren te overwinnen. Een benadering is het gebruik van de op passende wijze gepositioneerde ionisatiekamer om de mate van straling te meten, die valt op en gaat door de röntgenfilm. De stralingsdichtheid die op de film valt gemeten door de ionisatiekamer wordt gekwantificeerd en geaccumuleerd. Wanneer de geaccumuleerde dosis straling een vooraf vastgestelde waarde bereikt, wordt de machine afgeschakeld. In dit verband wordt verwezen naar het Amerikaanse octrooischrift 3,792,267. In dit octrooischrift wordt de vooraf vastgestelde waarde van de geaccumuleerde dosis voor de gewenste filmdichtheid geselecteerd uit een grafiek, die de dichtheid tegen de belichtingsdosis uitgedrukt in log 10

7920202

voor een bepaald filmtype en filmfoliecombinatie gekozen en voor een bepaalde kilovoltage-instelling op de röntgen-machine. Het is echter uit dit octrooischrift niet duidelijk hoe de dichtheid op de film varieert ten opzichte van het kilovoltage. Bovendien waarborgt de accumulatie van de waargenomen straling die invalt in de ionisatiekamer niet dat een adequate belichting van het materiaal bereikt wordt. Het beste contrast in de film wordt verkregen door het laagste praktische kilovoltage in de machine te gebruiken. In dit octrooischrift kan de instelling van de kilovoltage veel te hoog zijn en de resulterende belichtingstijd veel te kort zijn om een adequate belichting van het materiaal met een voldoende filmcontrast te verkrijgen teneinde de detectie van breuken in het materiaal mogelijk te maken. Een ander probleem met het eenvoudigweg accumuleren van de straling is, dat een gekozen instelling van het kilovoltage een adequate belichting van het materiaal kan opleveren maar de resulterende belichtingstijd kan in de praktijk te lang zijn. D.w.z. dat dergelijke bekende röntgenbelichtingssystemen geen balanceren van een lage kilovoltageinstelling mogelijk maakt om de belichting van het materiaal met een praktische belichtingstijd te vergroten, zodanig, dat het systeem wat kosten betreft verantwoord is.

Het is derhalve het doel van de uitvinding een verbeterde en nieuwe langs radiografische weg materiaal inspecterende inrichting en werkwijze te verschaffen, welke de noodzaak voor tijdrovende en kostbare proefbelichtingen elimineert.

Een ander doel van de uitvinding is het verschaffen van een dergelijke inrichting en werkwijze, die gebruikt kan worden om snel de optimale röntgenbuis spanning-instelling en een gecorreleerde praktische belichtingstijd vast te stellen.

Volgens de uitvinding wordt een belichtingswaarneeminrichting en een bijbehorende methode verschaft voor het bepalen van de vereiste belichtingstijd van een radiografische film, die blootgesteld wordt aan een belichting,

welke door een testmateriaal valt en daar gedeeltelijk door wordt geabsorbeerd. De vereiste belichtingstijd is de tijd, die nodig is voor de film om een optimale dichtheid voor een maximaal contrast tussen zones op de film met een relatief meerdere en mindere sterke straling, 5 waardoor zones met verschillende absorptie door het materiaal worden weergegeven. De optimale dichtheid van de film hangt niet alleen af van de sterkte van de invallende straling, maar ook van de spectrale inhoud van de straling, 10 die beide veranderen als een functie van een variabele regeling behorende bij de stralingsbron, zoals de spanning, die aangelegd wordt op de röntgenstraalbuis, die dienst doet als de stralingsbron en welke spanning selektief ingesteld wordt door een variabele regeling af te stellen.

15 Volgens de werkwijze volgens de uitvinding is de sterkte van de straling, die invalt op de film waargenomen en in samenhang daarmee wordt een elektrisch signaal, dat representatief is voor de momentane straling (sterkte) gevormd. Gelijktijdig wordt een tweede elektrisch signaal 20 gevormd, dat de vooraf vastgestelde waarde van een belichtingsparameter representeert, die varieert volgens een niet-lineaire functie van de instelling van de variabele regeling die de spectrale inhoud van de straling bepaalt. De belichtingsparameter representeert het produkt van de waargenomen mate van straling die invalt op de film, en bij de tijd 25 gedurende welke de film blootgesteld is aan de straling van de gedetecteerde sterkte. De waarde van de belichtingsparameter die zoals is vermeld, varieert als functie van de variabele regeling, dient om variaties in de vereiste belichtingstijd te correleren voor een bepaalde sterkte van de 30 waargenomen straling, met de gevoeligheid van de film voor de betreffende spectrale inhoud van de straling die op zijn beurt afhankelijk is van de instelling van de variabele regeling. Wanneer een eerste signaal gevormd is dat representatief is voor de gedetecteerde mate van straling alsmede 35 een tweede signaal, dat representatief is voor de belichtingsparameter gekorrigeerd voor veranderingen in de spectrale inhoud van de straling, wordt het eerste signaal ge-

7920202

deeld door het tweede om een uitgangssignaal te verkrijgen, dat een vereiste belichtingstijd representeert. Het uitgangssignaal dat resulteert uit de deling is evenredig met de mate (V_1) van invallende straling gedeeld in de belichtingsparameter (V_2), die het produkt is van de mate en de tijd die ingesteld is voor variaties in de spectrale gevoeligheid van de film.

In de inrichting volgens de uitvinding is de variabele regeling een besturingsmiddel dat instelbaar de spectrale inhoud van de stralingsbron varieert, b.v. een instelbare regeling voor het kiezen van de vereiste spanning die aangelegd wordt op de röntgenstraalbuis, waarbij de spectrale inhoud van de straling als funktie van de buisspanning varieert. Een detector dient om de sterkte van de straling te detecteren en het bovengenoemde eerste elektrische signaal dat de mate van straling representeert toe te voeren. Een funktiegenerator, die reageert op de variabele regeling vormt het bovengenoemde tweede elektrische signaal dat de belichtingsparameter representeert. De elektrische deler dient om het eerste signaal door het tweede te delen teneinde het uitgangssignaal te verkrijgen, dat de vereiste belichtingstijd representeert. Een ander kenmerk van de uitvinding is gebaseerd op het inzicht, dat alle veelal gebruikte types radiografische film funkties, die het verband aangeven tussen de belichting en de buisspanning hebben, die in principe dezelfde vorm bezitten en alleen verschillen in de relatieve amplitude afhankelijk van de filmsnelheid. Gebaseerd op dit inzicht worden middelen verschaft in een signaalbaan tussen de stralingsdetector en de deler om de versterking van het signaal afhankelijk van het gebruikte type film in te stellen. Verschillen in filmsnelheden worden dus gecompenseerd en het signaal, dat de gedetecteerde straling representeert wordt genormaliseerd vooraf gaande aan de vergelijking met de belichtingsparameter.

In een voorkeursuitvoering worden de detectormiddelen gevormd door een stelsel diodes, die een spectrale gevoeligheid voor de straling bezitten welke een hoge

7920202

graad van correlatie heeft, met de spectrale gevoeligheid van de bekende types radiografische film.

5 Een andere voorkeursuitvoering omvat middelen voor het in de tijd integreren van het stralingssignaal uit de detectiemiddelen en middelen voor het bepalen van het verschil tussen het naar de tijd geïntegreerde signaal en het signaal, dat de totale noodzakelijke belichting representeert. Het verschil representeert de resterende fractie van de benodigde belichting gedurende een bepaalde röntgenstraalsequentie. In aanvulling daaraan worden middelen
10 verschaft voor het selektief delen van het de straling presenterende signaal in dit fraktionele belichtingssignaal, teneinde de mate van de resterende tijd, die nodig is om het belichtingsproces te completeren uit te rekenen.

15 In een andere voorkeursuitvoering worden middelen verschaft samenhangend met de bovengenoemde integrerende middelen teneinde het naar de tijd geïntegreerde signaal dat de geaccumuleerde straling op de film representeert te vergelijken met het totale belichtingssignaal. In
20 dit verband worden automatische afschakelmiddelen verschaft om de röntgenstraalgenerator af te schakelen wanneer de vergelijkingsmiddelen aangeven, dat de geaccumuleerde straling, die invalt op de detector de gewenste totale belichtingswaarde bereikt, die gerepresenteerd wordt aan de
25 uitgang van de funktiegenerator. In een voorkeursuitvoering belichaamt de uitvinding een adreseerbaar digitaal geheugen om de funktionele relatie tussen de belichting en de kathodestraalbuisspanning vast te leggen. In samenhang daarmee worden de integrerende middelen bij voorkeur gevormd
30 door een spanning-frequentie-omzetter en een daarmee samenwerkende digitale teller om het voor de straling representatieve spanningssignaal om te zetten in een tijd geïntegreerd digitaal signaal. De vergelijkingsmiddelen en de het verschil nemende middelen worden op soortgelijke wijze gevormd
35 door een digitale schakeling voor het digitaal uitvoeren van de genoemde funkties. In een alternatieve uitvoering worden de integrerende middelen, de funktiegenerator en de verge-

lijker en het verschillnemende middelen verschaft door analoge schakelcomponenten.

De uitvinding wordt verduidelijkt aan de hand van de tekeningen. In de tekeningen toont

5 Figuur 1 een grafiek die de totale belichting van een representatieve film uitzet tegen variaties in de spanning die aangelegd wordt op een röntgenstraalgenerator,

10 Figuur 2 een blokschema van de radiografische inrichting volgens de uitvinding voor het berekenen van de optimale filmbelichtingstijd,

 Figuur 3 een samengesteld blokschema van de röntgenstraalgenerator en de belichtingssterkte-waarneemschakeling die slechts in algemene zin in het blokschema uit
15 fig.2 is aangegeven, en

 Figuur 4 een blokschema van een alternatieve uitvoeringsvorm.

 De uitvinding wordt geïmplementeerd door het eerst uitzetten (zie fig.1) van een van een parameter voorziene
20 belichting (die het produkt van de mate van belichting en de belichtingstijd representeert) als funktie van de op een röntgenstraalgenererende buis aangelegde spanning. De belichtingsparameter is het niveau van de totale cumulatieve
25 belichting, die voor een bepaald type film een optimale graad van filmzwarting (dichtheid) voor het maximale contrast zal veroorzaken. Alhoewel de grafiek 10 gemaakt is met gebruikmaking van een bepaald type film dat gekozen wordt als referentie, is de vorm van de grafiek 10 representatief voor alle typen veel gebruikte radiografische film
30 en wordt gebruikt op een bepaalde manier om de belichtingstijden voor een varieteit van typen films te berekenen.

 Het radiografische waarneemapparaat 12 (zie fig. 2) omvat een elektronisch analogom van de grafiek 10 in de vorm van een funktiegenerator 14, die in reaktie op de buisspanningskiezer 15 via een poort 26 en een digitaal/analoog
35 omzetter 27 een spanning V_2 representeert, welke het bovengenoemde belichtingsniveau representeert. (vertikale as in

7920202

fig.1) Een ander spanningssignaal V ontleent aan een diodedetector die de sterkte van de straling, die invalt op de film meet, wordt verschaft aan de uitgang van een röntgenstraalgenerator en een belichtingssterkte waarneeminrichting 16. Het gedetecteerde signaal V_1 wordt gedeeld door een deler 18 in het belichtingssignaal V_2 . Het quotient V_0 van deze deling representeert de totale tijd, die nodig is om de film tot de optimale dichtheid te belichten en wordt weergegeven op een vertooninrichting 20. Aanvullend bevat het apparaat 12 een integrator 22, een aftrekschakeling 24 en een informatie-selektiepoort 26, die het mogelijk maakt dat het apparaat de tijd, die overblijft om de belichtingssequentie te voltooien berekent en selektief weergeeft; een startbesturingsorgaan 28 voor het starten van een belichtingssequentie, een vergelijkingsorgaan 30 dat samenwerkt met een automatische afschakelschakeling 32 voor het beëindigen van een belichtingssequentie en een funktieselektieschakelaar 19 voor het kiezen van verschillende maar aan elkaar gerelateerde parameters voor de weergave op het vertoontoestel 20.

Teneinde de werking van de inrichting 12 te begrijpen is het nodig een inzicht te verkrijgen in de oorsprong van de belichting-spanningsgrafiek 10 uit fig.1. De weergegeven verandering in belichtingsniveau als functie van de buisspanning wordt toegerekend aan een variatie in de spectrale inhoud van de straling als functie van de verschillende spanningsniveaus, die de belichtingsgevoeligheid van de film anders beïnvloedt dan de gevoeligheid van de bovengenoemde diodedetector voor invallende straling. De grafiek 10 kan dus worden gebruikt om de belichtingsgevoeligheid van de film te correleren aan de sterkte van de straling gemeten door de diodedetector.

Teneinde de belichtings-spanningsgrafiek 10 uit fig.1 te ontwikkelen werd een Kodak AA röntgenfilm gebruikt als referentie. De bron-filmafstand werd vastgelegd (b.v.50cm) en konstant gehouden. In plaats van het feitelijke testmateriaal, werd een vooraf gekozen filtermateri-

aal, werd een vooraf gekozen filtermateriaal met een absorptiekarakteristiek die gelijk is aan die van de met röntgenstralen te testen materialen, gekozen en op de film geplaatst. Het gekozen filtermateriaal was aluminium omdat dit
5 materiaal een van de lagere lineaire absorptie-coëfficiënten van de veel gebruikte industriële metalen bezit. Dit feit maakt aluminium gemakkelijk te gebruiken wanneer op een laag kilovoltage moet worden gecalibreerd aangezien kleine veranderingen in de dikte geen grote veranderingen in de
10 sterkte van de uitgezonden röntgenstralen veroorzaakt hetgeen het geval zou zijn met meer absorptieve materialen. De keus van aluminium is derhalve een kwestie van praktisch gemak. Het genereren van de kromme met gebruikmaking van aluminium heeft bovendien tot gevolg, dat de kromme over
15 het gehele gebied juist is voor wat betreft dit veel gebruikte materiaal. Aangezien vrij lange belichtingen werden uitgevoerd, was een vrij sterke filtering die nodig zou zijn met meer absorptieve materialen voorkomen door het filter. Dientengevolge werkt de kromme en de inrichting eveneens zeer goed met meer absorptieve materialen.
20

Bij het maken van de grafiek 10 bleek het van belang om de grafiek in twee segmenten 10a en 10b te splitsen. Segment 10a is van toepassing bij het röntgenonderzoek van relatief sterk absorberende materialen, bijvoorbeeld
25 dikte platen metaal, die een röntgenstraalenergieniveau van hoger dan 20 KV buisspanning vereisen. Segment 10b wordt gebruikt voor relatief laag absorptieve materialen waar de lagere energiestraling doorgegeven wordt door het materiaal. Materiaal zoals koolvezel
30 samenstellingen, grafieten en zeer dunne metalen folies zijn hiervan voorbeelden. Teneinde segment 10a van de grafiek 10 te genereren werd een wafel aluminium gebruikt als het filtermateriaal. Achter de film werd een diodestelsel omvattende stralingsdetector geplaatst om de sterkte van de
35 straling, die door de aluminiumwafel en door de film valt op te nemen en te meten. De absorptie van straling door de film is verwaarloosbaar, zodat elke straling die de detector bereikt in principe hetzelfde is als welke op de film

7920202

valt. De röntgenstraalstroom in milliampere werd constant gehouden op een bepaald niveau, t.w. 4 milliampere. De totale belichtingstijd was eveneens constant en bedroeg 5 minuten.

5 Onder deze omstandigheden werd een AA filmtipe belicht en ontwikkeld om de dichtheid ervan vast te stellen. De dichtheid, die een logaritmische functie van de verhouding van het licht dat valt op de film ten opzichte van de hoeveelheid licht die door die film wordt doorgelaten,
10 wordt normaal als optimaal beschouwd wanneer het ligt in het gebied van 2,5 tot 2,75, in welk gebied de dichtheid voor de meeste films het scherpst varieert als functie van de mate van belichting. In dit geval werd een dichtheid van 2,5 gekozen.

15 Indien de ontwikkelde film, wellicht onder de bovengenoemde voorwaarden, niet de vooraf beschreven dichtheid van 2,5 had, werd de dikte van het aluminiumfilter gevarieerd en door trial and error werden aanvullende belichtingen uitgevoerd tot de gewenste 2,5 dichtheid verkregen
20 was. Alle andere parameters werden constant gehouden. Wanneer eenmaal de gewenste dichtheid van 2,5 was bereikt, werd de diodedetector gebruikt om de sterkte van de straling op de film te meten en deze gemeten waarde werd vastgelegd.

 Vervolgens werd de voorgaande sequentie herhaald
25 waarbij de filterdikte veranderd werd voor elk van een opvolging van vooraf gekozen verschillende spanningen op de röntgenbuis. Daarna werd de straling gemeten door de uitgang van de diodedetector vermenigvuldigd met de belichtingstijd van 5 min. De resulterende produkten, die in deze beschrijving als de totale belichting wordt aangeduid, zijn
30 uitgezet in fig.1 (segment 10a van grafiek 10) als een functie van de spanning op de röntgenbuis in kilovolt.

 Segment 10b van de grafiek 10 wordt op soortgelijke wijze gegenereerd, waarbij gebruik wordt gemaakt
35 van een laag absorptiefilter zoals grafiet. Het relatieve belichtingsniveau daalt (in segment 10) bij een lagere buisspanning. Dit wordt veroorzaakt door de merkbaar grotere

gevoeligheid van de film voor de lagere golflengtes van de straling, die gevormd worden bij deze lagere buisspanningen en die doorgelaten worden naar de film door de lagere absorptiematerialen.

5 Door het maken van de grafiek 10 met gebruikma-
king van debetreffende AA film wordt de grafiek 10 vast-
gelegd in de funktiegenerator 14 om een referentiewaarde van
de totaal vereiste belichting te vormen wanneer een bepaal-
de spanning van de röntgenbuis ingesteld wordt op de kie-
10 zer 15. Wanneer tijdens de röntgenbelichting van een materi-
aal op de totale belichtingswaarde vergeleken wordt met de
gedetecteerde mate van belichting (sterkte) teneinde de
noodzakelijke belichtingstijd te berekenen en het type film
verschilt van de Kodak AA film, die als referentie dienst
15 doet, wordt de compensatieschakeling, die selektief inge-
schakeld wordt door een kiesschakelaar in het apparaat 16
gebruikt om het uitgangssignaal V_1 te normaliseren. De nor-
malisatie van het signaal V_1 stelt de versterkingsfaktor
van de gemeten hoeveelheid in, zodat de tijdfactoren nauw-
20 keurig berekend kunnen worden ten opzichte van de zelfde
gestandaardiseerde referentiegrafiek 10. In fig.3 wordt de
röntgenstraalgenerator en het belichtingssterktewaarneem-
apparaat 16 aangegeven voorzien van een röntgenstraalgenera-
tor 50 met start en afschakel ingangen en voorzien van een
25 in de tekeningen niet aangegeven röntgenstraalbuis. De
generator 50 kan röntgenstralen 52 door een materiaal 54
laten vallen, waarbij een deel van de straling door het ma-
teriaal wordt geabsorbeerd terwijl de doorgelaten straling
56 op de radiografische film 58 valt en derhalve de belich-
30 ting van de voor de straling gevoelige emulsie daarop ver-
oorzaakt.

Achter de film 58 is een diodestelseldetector
60 geplaatst, die zodanig is gericht dat de straling 56
die door de film 58 wordt doorgelaten wordt ontvangen. Er
35 is zeer weinig absorptie van de straling in de film zelf
en hetzelfde stralingssterkteniveau 56 dat op de film 58
valt valt dus door de film en wordt ontvangen door de detec-
tor 60. 7920202

Alhoewel andere halfgeleiderdetectors kunnen worden gebruikt, is de diodestelseldetector 60 geconstrueerd om een effectieve werking bij zeer lage energieniveaus mogelijk te maken. De detector 60 wordt gevormd door een stelsel diodes 62 die parallel zijn geschakeld en gemeenschappelijk verbonden zijn met een pool en zijn 5 aangebracht in een niet getekend paneel waarmee deze onder de film 56 geplaatst kan worden. De gemeenschappelijke punten der diodes zijn omhuld in kunststof in plaats van te zijn voorzien van een metalen scherm teneinde de straling op de diode te laten vallen. Het aantal gebruikte diodes hangt van de grootte van het belichte filmgedeelte af en van de noodzaak voor een passende uitgangsstroom. Een 10 stelsel van dertien diodes werd in de onderhavige uitvoeringsvorm gebruikt. Het is gewenst om de fysieke grootte van de detector te begrenzen zodanig, dat deze ongeveer samenvalt met het onderzochte materiaal teneinde een nauwkeurige meting van de stralingssterkte die door het materiaal is gevallen te waarborgen. Het is ook gewenst, dat het 20 materiaal 54 een uniforme dikte heeft teneinde uniforme distributie van de straling 56 over de zone van de detector 60 te waarborgen omdat anders de detector 60 alleen de sterkte zal middelen en niet een uitgangsstroom zal leveren die nauwkeurig de sterkte op elk punt van de film 58 weergeeft. In dit opzicht is een van de eerste voordelen van het gebruik van de diodedetector dat de grootte van de 25 detector zeer klein gehouden kan worden in vergelijking met de tot nog toe bekende detectors.

De anodes van de dioden 62 zijn gemeenschappelijk gekoppeld met aarde 64 en de kathoden zijn gemeenschappelijk gekoppeld met een negatieve ingang 66 van een eerste trap operationele versterker 1C1. Omdat de uitgang van de detector 60 in de grootte orde van picoamperes ligt, zijn de diodes bij voorkeur zodanig gekozen, dat zij een 35 karakteristieke lage omkeerlekstroom hebben om de driftkarakteristieken van de detector te verbeteren en een meer nauwkeurige korrelatie tussen de sterkte van de straling

56 en de resulterende detectorstroom op de ingang 66 van de versterker 1C1 te verkrijgen. De diodes b.v. 1N4007 zijn met sukses in een uitvoeringsvorm gebruikt. De dioden werden vooraf gecontroleerd en de dioden die de laagste omgekeerde lekstroom bleken te hebben wanneer zij in tegen-
5 gestelde richting onder voorspanning werden geplaatst met een spanning van ongeveer 50% van de omgekeerde blokkeer-
spanning, werden gekozen.

Straling 56 valt op de gemeenschappelijke punten
10 van de diodes 62 waardoor gat-elektronenparen binnen de leegloopzones van die diodekoppelpunten worden gevormd. Deze gat-elektronenparen worden opgestuwd door de leegloop-
gradient en verschijnen als een accumulatieve laag niveau stroom aan de uitgang van de detector 60, die varieert als
15 een lineaire funktie van de sterkte en derhalve de mate van de straling.

De resulterende stroom wordt omgezet in een operationele versterker 1C1 in een spanning aan de uitgang 68, waarbij de conversiefaktor ongeveer 20 volt per micro-ampere
20 is. Een terugkoppelingsweerstand 70 is aangebracht tussen de uitgang 68 en de inverterende ingang 66 en een parallel netwerk van weerstanden 72 en condensatoren 74 ligt tussen aarde en de niet inverterende ingang van de versterker 1C1 teneinde externe ruis uit te filteren en de werking van de
25 versterker te stabiliseren. De versterker 1C1 heeft bij voorkeur een karakteristieke lage ingangverschuivingsspanningsdrift en een zeer hoge ingangsimpedantie. Een voorbeeld van een passende operationele versterker is de 3527CMFET operationele versterker op de markt gebracht door Burr-Brown
30 Inc, uit Tucson, Arizona.

De uitgang van 1C1 wordt door een tweede operationele versterker 1C2 versterkt. De niet inverterende ingang 78 van de tweede operationele versterker 1C2 is gekoppeld met de uitgang 68 van de versterker 1C1. De inverterende ingang 80 van de versterker 1C2 is via een serieweerstand 82
35 verbonden met een compenserend circuit 84 omvattende een potentiometer 86 waarvan de weerseinden gekoppeld zijn met

7920202

de plus en de min van de voedingsspanning V_s en waarvan de loper via een spanningsdeler van weerstanden 88 en 90 doorverbonden is. Door de loperpositie van de potentiometers 86 in te stellen maakt een compensatiespanning (verkregen op het gemeenschappelijk punt van de weerstanden 88 en 90 en aangelegd op de versterkeringang 80 via de serieweerstand 82) het de gebruiker mogelijk de spanning op de uitgang 92 van de versterker 1C2 op nul in te stellen wanneer geen straling op de detector 60 invalt. De variabele weerstand 93 die teruggekoppeld is tussen de uitgang 92 en de inverterende ingang 80 van de versterker 1C2 bepaalt de versterkingsfaktor van de versterkeren is instelbaar om de gevoeligheid van de schakeling te kalibreren op verschillende filmverwerkingsmethoden met inbegrip van de normale verwerking, snelle automatische filmverwerking in welk geval de weerstand 93 vanaf een nominale waarde groter wordt gekozen en langzame automatische filmverwerking in welk geval de weerstand 93 beperkt wordt tot beneden de nominale waarde. De afstelling van de weerstand 93 kan ook worden uitgevoerd om compensatie te bieden voor variaties in de omgevingstemperatuur. De terugkoppelcondensator 96 zorgt voor een laagdoorlaatfiltering teneinde ongewenste hoogfrequentie fluctuaties en kortstondige veranderingen in de overigens relatief langzaam variërende spanning aan de uitgang 92 te elimineren.

Vanaf de uitgang 92 van de versterker 1C2 wordt een spanningssignaal dat de gedetecteerde straling representeert toegevoerd via een dichtheidskiesschakelaar 94 en vandaar als mogelijkheid door een vaste ingangsweerstand 96 of een variabele weerstand 98 afhankelijk van de stand van de schakelaar 94 naar de inverterende ingang 100 van de operationele versterker 1C3. De niet inverterende ingang 102 van de versterker is gekoppeld aan aarde. Tussen de uitgang 104 en de ingang 100 van de versterker 1C3 is een selektief weerstandsnetwerk teruggekoppeld met inbegrip van één pool een kiesschakelaar 106 voor het kiezen van vijf filmsnelheden, een viertal vaste weerstanden 108, 110, 112 en 114 en een variabele weerstand 116. De waarden die gekozen zijn

voor de vaste weerstanden zijn zodanig, dat een versterkings-
faktor wordt verschaft, die samenhangt met de vaste ingangs-
weerstand 96 teneinde de uitgang van de sterkte waarnemende
schakeling voor elk van de verschillende typen veel gebruik-
5 te radiografische films te normaliseren voor de uitgangs-
sterkte voor het type AA film, dat werd gebruikt om de gra-
fiek 10 te vormen. De terugkoppelweerstand 108 met name
wordt zodanig in waarde gekozen, dat wanneer de filmkies-
schakelaar 106 in de AA stand staat, hetwelk de eerder
10 genoemde KodadAA film representeert, de versterker 1C3 een
versterkingsfaktor van 1 heeft. Aangezien de grafiek 10 die
ondergebracht is in de tijdberekenende schakeling uit fig.
2 gebaseerd is op de belichting van een AA film, is geen
relatieve compensatie voor de AA film nodig. De andere
15 filmtypes echter hebben een enigszins verschillende belich-
tingsgevoeligheid en vereisen normalisering. De weerstand
110 is derhalve zodanig gekozen, dat de gewenste genormali-
seerde versterking voor het type M film wordt verkregen,
waarbij de weerstand 112 bedoeld is voor type R film en een
20 weerstand 114 behoort bij het type 400 film. De snelheids-
instelling koppelt een variabele weerstand 116 als terug-
koppeling over de versterker om een gebruiker de variabele
weerstand 116 in te stellen om de snelheidskarakteristiek
van andere radiografische films, waarvoor geen positie in
25 de keuzeschakelaar 106 is gereserveerd, te benaderen.

Het is gebleken, dat de verschillende filmtypen
alhoewel verschillend in snelheid, ongeveer dezelfde spec-
trale gevoeligheid hebben zodat één enkele referentiegra-
fiek 10 gebruikt kan worden voor de spectrale correctie.
30 Dit geschiedt door een lineaire verschuiving in de verster-
king aan te brengen (een verschillende versterking voor
elke filmsnelheid) van het waargenomen signaal teneinde dat
signaal te normaliseren en daardoor een constante belich-
tingsdichtheid te verschaffen bij het gebruik van de zelfde
35 belichtingsreferentiegrafiek 10.

De dichtheidselectie tot stand gebracht door de
schakelaar 94 maakt het de gebruiker mogelijk om hetzij een
vaste vooraf bepaalde dichtheid te selekteren. door de weer-

7920202

stand 93 door te verbinden als ingang of een variabele en instelbare dichtheid door de variabele weerstand 98 te kiezen als ingangsweerstand voor de versterker 1C3. De waarde van de weerstand 96 is geselecteerd om een
5 versterking in samenhang met de kiesbare terugkoppelweerstand te verschaffen zodat elke belichte film een dichtheid van 2,5 zal hebben. Anderzijds maakt de variabele weerstand 98 het de gebruiker mogelijk de dichtheid, van b.v. ongeveer 0,8 tot ongeveer 4,9 in te stellen voor
10 elk van de films, die kiesbaar zijn door de schakelaar 106.

Het spanningssignaal aan de uitgang 92 dat de mate van straling voor de normalisering ervan, die wordt waargenomen door de detector 60 representeert,
15 wordt eveneens via een spanningsdelernetwerk bestaande uit weerstanden 120 en 122 gekoppeld met de funktieselektieschakelaar 19 om op dezelfde vertooninrichting 20 als in fig.2 te worden weergegeven en om te worden gebruikt voor het weergeven van de belichtingstijden. De funktieselektieschakelaar 19 heeft drie standen, twee polen met
20 de posities 1, 2 en 3. Wanneer de schakelaar in de positie 1 staat, ontvangt de schakelaar 19 een uitgangsspanning uit de deler 18 (fig.2) en koppelt die spanning via het armatuur 124 met de weergeefinrichting 20 om de resterende
25 hoeveelheid vereiste belichtingstijd aan te geven. Wanneer de schakelaar 19 in de stand 2 staat, koppelt het armatuur 124 weer de deler 18 met de vertooninrichting 20 en koppelt de tweede armatuur 126 een voedingsspanning V_s met een ingang van een informatieselektiepoort 15 teneinde die poort
30 die normaal de selectie B-ingang inneemt, de A ingang uit de funktiegenerator 14 in plaats van de B ingang uit de aftrekker 124 te doen kiezen. Het resultaat veroorzaakt dat de weergeefinrichting 20 de totaal vereiste belichtingstijd voor die film bij de waargenomen belichtingssterkte weergeeft. Wanneer de schakelaar 19 in de stand 3 staat, ont-
35 koppelt de armatuur 124 de vertooninrichting 20 van de deler 18 en koppelt de vertooninrichting 20 met het gemeen-

7920202

schappelijke punt 128 van de spanningsdeler gevormd door de weerstanden 120 en 122 en voor het weergeven van de momentane en voor het normaliseren door detector 60 waargenomen belichtingssterkte.

5 In de waarneeminrichting 12 in fig.2 wordt het spanningssignaal V_1 dat gevormd wordt op de aan de hand van fig.3 beschreven wijze, gesplitst in twee signaaltakken. Een eerste tak voert het signaal V_1 aan één ingang van de spanningsdeler 18 toe waar het signaal V_1 gedeeld
10 wordt in het totale belichtingssignaal V_2 . De andere tak koppelt het signaal V_1 met een besturingsingang van een spannings-frequentie-omzetter 150 van de integrator 22. De uitgang van de omzetter 150 vormt een pulstrein, waarvan de frequentie in direkte mate met de grootte van het
15 signaal V_1 varieert. Deze pulstrein wordt geleid naar de ingang van een teller 152, die eveneens deel uitmaakt van de integrator 22. De pulstelling die op deze wijze op de teller 152 geaccumuleerd wordt is direkt evenredig met de tijd geïntegreerde waarde van V_1 over een interval van
20 filmbelichting beginnend met het herzetten van de teller 152. De startbesturing 28 is gekoppeld met een herzetingang 154 van de teller 152 om de teller op nul te herzetten elke keer wanneer een belichtingssequentie gestart wordt door de besturing 28. De uitgang van de teller 152 en derhalve
25 de uitgang van de integrator 22 is gemeenschappelijk gekoppeld met een ingang van de vergelijkingsschakeling 30 en een ingang van de aftrekker 24.

 Zoals in het voorgaande is aangegeven, wordt het elektronische analogon van grafiek 10 opgeslagen in
30 het apparaat 12 in de vorm van een functie generator 14. De generator 14 omvat een analoog-digitaal omzetter 162 en een dood geheugen PROM 164. Binnen de PROM 164 zijn digitale gegevens vastgelegd, die de belichting-spanningsgrafiek 10 uit fig.1 representeren. De relatieve waarde
35 van de belichting (vertikale as in fig.1) worden vastgelegd op een aantal digitaal kiesbare adressen.

(In één uitvoeringsvorm van de uitvinding werd een 8-bits

7920202

PROM met 256 adresseerbare gegevenspunten gebruikt).

De adressen zijn op hun beurt gekorreleerd aan de digitale uitgang van een analoog-digitaal omzetter 162 en een spanningskiezer 15, zodat voor elke gekozen buisspanning de omzetter 162 het juiste digitale signaal voor het adresseren van de juiste waarde van de belichting overeenkomstig de grafiek 10 vormt. Indien b.v. een kiezer 15 ingesteld wordt zodanig, dat een buisspanning van 40 kilovolt wordt gevormd, zal de analoog-digitaalomzetter 162 als reactie daarop een digitaal uitgangssignaal vormen, dat het adres-PROM 164 adresseert, zodanig, dat de PROM uitgang een digitaal getal is, met een genormaliseerde waarde van 1.

De digitale belichtingswaarde van PROM 164 wordt uitgevoerd en gesplitst in een eerste informatiepad dat gemeenschappelijk gekoppeld is met een A-ingang van de informatieselektiepoort 26 en een uitgang van de aftrekker 24. Het andere informatiepad uit PROM 164 is gekoppeld met een ingang van de vergelijkingsschakeling 30.

De vergelijkingsschakeling 30 heeft een uitgang 166 die de besturing 32 kan afschakelen om de belichtingssequentie bij de optimale tijd zoals berekend is door het apparaat 12 te beeindigen. Voor dit doel verkrijgt de vergelijkingsschakeling 30 op één ingang een digitaal signaal uit de teller 152 van de integrator 22, die de tijdsintegrale waarde van het signaal V_1 representeert. Deze tijdsintegrale waarde in digitale vorm wordt door de vergelijkingsschakeling 30 vergeleken met de totaal vereiste belichting eveneens gerepresenteerd in digitaal formaat door de uitgang van PROM 164. Wanneer de geïntegreerde waargenomen sterkte de gewenste belichting bereikt, vormt de vergelijkingsschakeling 30 een besturingssignaal aan de uitgang 166 die via een afschakeling 32 de röntgenstraalgenerator afschakelt.

De aftrekker 24 omvat een inverter 170, en een opteller 172, die samenwerken om een aftrekfunctie uit te voeren teneinde de resterende tijd, die nodig is om de optimale belichting te bereiken, te berekenen. De inverter 170

van de aftrekker 24 ontvangt de gedigitaliseerde tijds-integraal van V_1 via de uitgang van teller 152. De opteller 172 van de aftrekker 24 ontvangt de gedigitaliseerde waarde van de noodzakelijke totale belichting van PROM 164.

5 De uitgang van teller 152 wordt geïnverteerd door de inverter 170 en opgeteld bij de uitgang van PROM 164 om aan een uitgang 174 van de opteller 172 een digitaal signaal te vormen, dat de verhouding van de totale noodzakelijke belichting om de filmbelichting te completeren representeert.

WERKING

Aangenomen wordt dat men een metalen voorwerp aan een röntgenonderzoek wenst te onderwerpen, waarbij gebruik gemaakt wordt van een AA filmteneinde een dichtheid van 2,5 voor de belichte film te verkrijgen en dat men een buisspanning van 80 kilovolt toepast. De kiesschakelaar 94 in fig.3 wordt in de vaste stand gezet en de filmtypeschakelaar 106 wordt naar de stand AA geroteerd. De funktiekiesschakelaar 19 wordt in de stand 1 of 2 gezet.

20 Het voorwerp 54 en de film 58 worden op de aangegeven wijze gepositioneerd evenals de diodedetector 60. Aangenomen wordt dat de potentiometer 86 ingesteld is zodanig, dat de uitgangsspanning op klem 92 van de versterker 1C2 nul wordt en dat de variabele weerstand 96 op passende wijze

25 ingesteld is.

De kiezer 15 in fig.2 wordt zodanig ingesteld, dat de spanning op de buis 80 kilovolt bedraagt. De gebruiker start dan het röntgenonderzoek van het voorwerp door de startbesturing 28 te bedienen gelijktijdig de teller 152

30 herzet en de röntgengenerator 50 bekrachtigt. Tijdens het belichtingsinterval, bevindt, indien de schakelaar 19 in de 1 stand staat (fig.3) de informatiekiespoort 26 zich in de normale stand waarbij de B-ingang gekoppeld wordt met de analoog-digitaal omzetter 17, die dus de uitgang van de

35 aftrekker 24 is welke de resterende fraktie van de totale belichting nodig om de gewenste dichtheid te verkrijgen representeert. M.a.w., V_2 in deze bedrijfsstand is een ana-

logische spanning, die de vereiste fraktie van de belichting representeert welke nodig is om de op-eenvolgende handelingen in het onderzoek te voltooien. Het signaal V_1 wordt gedeeld door de waarde V_2 en de resulterende uitgang V_0 is een signaal met afnemende grootte, hetwelk op elk moment de tijd representeert, die nodig is om de belichting te voltooien. Deze tijdsfaktor wordt op de vertooninrichting 20 weergegeven.

Dan wordt schakelaar 19 naar de 2 stand(fig.3) geroteerd. In deze bedrijfstoestand zal de poort 26 de A-ingang selekteren, die de digitale gegevens direkt verkrijgt uit de PROM 164 en de totaal noodzakelijke belichting representeert ongeacht een gedeeltelijke of continue belichting van de film. M.a.w. voor een bepaalde buisspanning ingesteld op de kiezer 15, is de uitgang van PROM 164 konstant en deze konstante digitale informatie wordt door de poort 26 doorgelaten, omgezet in analoge vorm door de omzetter 17 en gerepresenteerd als een constant spanningssignaal V_2 op de deler 18. Het spanningssignaal V_1 , dat tijdens een bepaalde belichtingssequentie relatief uniform is, wordt door het totale belichtingssignaal V_2 gedeeld en de resulterende uitgang V_0 weergegeven door de totale vereiste belichtingstijd wordt op de vertooninrichting 20 gepresenteerd.

Als alternatief kan het gewenst zijn om een aflezing van de totale vereiste belichtingstijd te verkrijgen voor het inbrengen van de film en het begin van de feitelijke belichting. Hiertoe moet de schakelaar 19 in de stand 2 staan en het te onderzoeken materiaal moet worden geplaatst tussen de röntgengenerator 50 en de detector 60 (zie fig. 3). De film 58 echter wordt eerst weggelaten. De dichtheids- en filmtipe kiezers worden ingesteld en hetzelfde geschiedt ook voor de buisspanning. De generator 50 wordt gestart door het besturingsorgaan 28 en de aflezing van de totale vereiste tijd verschijnt op de vertooninrichting 20. Indien de berekende tijd in de praktijk te lang of te kort wordt geacht, kan de buisspanning bijgesteld worden met gebruikma-

king van de kiezer 15 tot een meer passende belichtings-
tijd op de vertooninrichting 20 wordt aangegeven. Dan wordt
de generator 50 afgeschakeld (het bedieningsorgaan 32 is
eveneens met de hand bedienbaar) en de passende film wordt
5 ingebracht (film 58 in fig.3) en dan kan de feitelijke be-
lichting op de bovenbeschreven wijze plaatsvinden.

Materialen met een hoog absorptievermogen, d.w.z.
materialen die een buisspanning van 20 KV of groter vereisen,
die volgens de uitvinding op succesvolle wijze onderworpen
10 zijn aan een röntgenonderzoek, zijn metalen zoals lood,
koper, roestvrij staal, titaan en verschillende aluminium-
legeringen.

Om materialen met een laag absorptievermogen
aan een röntgenonderzoek te onderwerpen, zoals de eerder ge-
15 noemde koolvezelcomposieten en grafietcomposieten, wordt de-
zelfde procedure als in het voorgaande is beschreven gevolgd
met als uitzondering dat de spanning op de röntgenbuis be-
perkt wordt tot minder dan 20 kilovolt. Het apparaat 12 werkt
nu in het segment 10b van de belichting- buisspanningsgrafiek
20 10, die speciaal ontwikkeld is voor materiaal met een laag
absorptievermogen. Indien b.v. een vel grafietmateriaal on-
derzocht moet worden op een energieniveau korresponderend
met 10 kilovolt, wordt de kiezer 15 ingesteld op 10 kilovolt
en daarna wordt het apparaat ingesteld op het juiste type
25 film met de gewenste dichtheid waarna het onderzoek kan be-
ginnen.

Aangenomen wordt, dat de belichtingswaarneming
volgens de uitvinding bruikbaar is bij radiografische film-
belichtingen door straling in het golflengtegebied van ten-
30 minste 0,03 tot 1,0 Angstrom en bij gammastraling en röntgen-
straling.

Een alternatieve uitvoeringsvorm is in fig.4 aan-
gegeven, waarin de werking uitgevoerd in de bovenbeschreven
waarneeminrichting 12 door de funktiegenerator 14, de integra-
35 tor 22 en de aftrekker 24 door analoge schakelingen geimple-
menteerd wordt. Een analoge integrator 180, b.v. bestaande
uit een condensator, verkrijgt het belichtingssignaal V_1 en

integreert over de tijd van de belichting. Een analoog spanningssignaal dat de tijdsintegraal van V_1 representeert, wordt afgegeven aan de uitgang 182 van de integrator 180.

De belichtings-buisspanningsgrafiek 10 uit fig. 1 wordt opgeslagen in de analoge uitvoering volgens fig. 4 in de vorm van een niet-lineaire kromme generator 184. De generator 184 kan bestaan uit een aantal onderling gekoppelde operationele versterkers teneinde een gemiddelde ingangs- uitgangsfunctie korresponderend met de grafiek 10 uit fig. 1 te benaderen. De ingang 186 van de generator 184 verkrijgt een spanningssignaal, dat de buisspanning uit de eerder genoemde spanningskiezer 15 representeert en vormt aan uitgang 188 een analoog spanningssignaal, dat het relatieve belichtingsniveau representeert. De uitgang 188 wordt gesplitst in een eerste tak gekoppeld met een A-kontakt van een kiezer 190 en een tweede tak gekoppeld met een ingang van een verschilversterker 192. De alternatieve funktiegenerator 184 kan worden verkregen door een niet-lineair potentiometer, waarin de rotatie van de loper gekorreleerd is aan het niveau van kilovoltages dat gekozen is voor de röntgenbuis en de uitgangsspanning van de loper representeert het belichtingsniveau.

De versterker 192 voert op analoge wijze dezelfde funktie uit als digitaal uitgevoerd wordt in de bovengenoemde aftrekker 24 uit fig. 2. De versterker 192 verkrijgt de tijdsintegraal van V_1 via uitgang 182 van de integrator 180 en de analoge spanning representeert een totale vereiste belichting aan de uitgang 188 van de generator 184 en vormt een analoge verschilspanning op de uitgang 194 die gekoppeld is met het B-kontakt van schakelaar 190.

Schakelaar 190 dient als kiezer korresponderend met de digitale kiespoort 26 uit fig. 2 teneinde hetzij de totale vereiste belichting (op contact A) of de resterende fraktie van de totale belichting (op contact B) te selecteren. In elk geval wordt het resulterende analoge signaal V_2 gekoppeld met de ingang van een deler 196, die dezelfde kan zijn als de eerder beschreven deler 18 in fig. 2 om het signaal V_1 te delen op V_2 om het uitgangssignaal V_0 te

7920202

5 verkrijgen dat hetzij de totale vereiste belichtingstijd, of de resterende tijd, die nodig is om de belichting te voltooien representeert, afhankelijk van de positie van de kiezer 190. Een vertooninrichting 198, die dezelfde kan zijn als de eerder genoemde vertooninrichting 20, verkrijgt een signaal V_0 en verschaft een visuele weergave van de belichtingstijdfactoren.

- - - - -

CONCLUSIES

1. Belichtingswaarneeminrichting voor het vaststellen van de vereiste belichtingstijd in een radiografisch systeem voorzien van een stralingsbron die zodanig is geplaatst, dat straling gericht wordt naar een materiaal, dat radiografisch onderzocht moet worden zodanig, dat tenminste een deel van de straling door het materiaal valt en op een fotogevoelige film terecht komt, teneinde deze te belichten en met variabele besturingsmiddelen behorende bij de bron die wanneer zij zijn ingesteld de spectrale inhoud van de straling bepaalt, gekenmerkt door stralingsdetectiemiddelen die de straling kunnen opvangen welke valt door een materiaal en die zou vallen op een fotogevoelige film, welke stralingsdetectiemiddelen een stralingssterktesignaal vormen, dat de sterkte van de straling, die ontvangen wordt door de detectiemiddelen representeert, een funktiegenerator voor het opslaan van een aantal belichtingswaarden, voor elk van een korresponderend aantal gekorreleerde instellingen van de variabele besturingsmiddelen één, waarbij elk van de belichtingswaarden vooraf wordt vastgesteld als het produkt van de sterkte van de straling die ontvangen wordt door de detectiemiddelen gedurende een vooraf vastgestelde tijd, waardoor een fotogevoelige vorm een vooraf vastgestelde dichtheid verkrijgt, wanneer de variabele besturingsmiddelen ingesteld zijn op de gekorreleerde instelling, waarbij de funktiegenerator reageert op de instelling van de variabele besturingsmiddelen voor het vormen van een belichtingssignaal dat representatief is voor een bepaalde belichtingswaarde en een deler, die reageert op het stralingssterktesignaal en het belichtingssignaal om een uitgangssignaal te vormen, dat de tijd die nodig is om een film te belichten tot de genoemde vooraf vastgestelde dichtheid bij de stralingssterkte die opgevangen wordt door de detectiemiddelen, representeert.

2. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de bron een röntgenstraalbuis is, en de variabele besturingsmiddelen middelen omvatten voor het instellen van de spanning op de buis.

7920202

3. Inrichting volgens conclusie 2, gekenmerkt door middelen voor het selectief variëren van de versterkingsfaktor van het stralingssterkte signaal teneinde dat signaal te normaliseren voor typen films van verschillende belichtingssnelheidsgevoeligheid.

4. Inrichting volgens conclusie 1, gekenmerkt door middelen voor het integreren van het stralingssterkte signaal als een functie van de tijd en voor het verschaffen van een geïntegreerd signaal, dat daarvoor representatief is en verschillnemende middelen voor het aftrekken van het geïntegreerde signaal van het belichtingssignaal teneinde een signaal te verkrijgen, dat representatief is voor een overblijvende belichtingswaarde, waarbij het stralingssterktesignaal deelbaar is in het signaal dat de resterende belichtingswaarde representeert teneinde een signaal te vormen, dat het resterende deel van de vereiste belichtingstijd representeert.

5. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het radiografische systeem schakelmiddelen omvat voor het selectief bekrachtigen van de stralingsbron aan het begin van een belichtingsperiode en het selectief buiten werking stellen van de stralingsbron aan het einde van de belichtingssequentie voorzien van een integrator die reageert op het stralingssterktesignaal om dat signaal als functie van de tijd gedurende welke de bron bekrachtigd is te integreren en om een geaccumuleerd belichtingssignaal te verschaffen, dat representatief is voor de tijdsgeïntegreerde waarde van het stralingssterkte signaal, vergelijkingsmiddelen die reageren op het geaccumuleerde belichtingssignaal en het belichtingssignaal voor het vormen van een afschakelsignaal wanneer het geaccumuleerde belichtingssignaal gelijk wordt aan het belichtingssignaal en middelen, die reageren op de vergelijkingsmiddelen teneinde de schakelmiddelen af te schakelen.

6. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de stralingsdetectiemiddelen tenminste één halfgeleiderelement omvatten, die een stroom vormt als reactie op daaro vallende radiografische straling.

7920202

7. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de detectiemiddelen een aantal elektrisch parallel geschakelde, gemeenschappelijk gepoolde dioden omvatten, die opgenomen zijn in een materiaal, dat straling doorlaat.

5 8. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de funktiegenerator een digitaal adresseerbaar geheugen omvat voor het in digitaal formaat opslaan van de belichtingswaarden en een digitaal adresseerorgaan voor het adresseren van het geheugen in overeenstemming met de instel-
10 ling van de variabele besturingsmiddelen.

9. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de funktiegenerator een digitaal adresseerbaar geheugen omvat voor het in digitaal formaat opslaan van de belichtingswaarden en een digitaal adresseerorgaan voor het
15 adresseren van het geheugen in overeenstemming met de instelling van de genoemde variabele besturingsmiddelen, waarbij de integrator middelen omvat voor het omzetten van het geïntegreerde signaal in een digitaal formaat en de verschillen-
nemende middelen een digitale aftrekker omvatten voor het
20 aftrekken van het geïntegreerde signaal in digitaal formaat van het belichtingssignaal, dat in digitale vorm wordt ontvangen uit het geheugen.

10. Inrichting volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de funktiegenerator een digitaal adresseerbaar
25 geheugen omvat voor het in digitaal formaat opslaan van de belichtingswaarden en een digitaal adresseerorgaan voor het adresseren van het geheugen in overeenstemming met de instelling van de variabele besturingsmiddelen en waarbij de integrator middelen omvat voor het toevoeren van het geaccumuleerde belichtingssignaal in digitaal formaat en waarbij de
30 vergelijkingsmiddelen een digitaal vergelijkingsorgaan omvatten.

11. Inrichting volgens conclusie 9 of 10 met het kenmerk, dat de integrator een spanning-frequentie-omzetter
35 omvat voor het vormen van een opeenvolging van impulssignalen met een frequentie, die representatief is voor de grootte van het stralingssterktesignaal en digitale tellers voor het ontvangen en tellen in digitaal formaat van de opeenvol-

7920202

ging van pulsen.

12. Inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de funktiegenerator analoge middelen omvat voor het vormen van dat signaal dat representatief is voor een
5 bepaalde waarde als reactie op de instelling van de variabele besturingsmiddelen in analoge vorm.

13. Inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de funktiegenerator analoge middelen omvat voor het toevoeren van het belichtingssignaal in analoge vorm als
10 reactie op de instelling van de variabele besturingsmiddelen en voorts gekenmerkt door een analoge integrator voor het integreren van het stralingssterktesignaal als funktie van de tijd en voor de toevoer van een geïntegreerd signaal dat daarvoor representatief is en analoge verschillnemende midde-
15 len voor het aftrekken van het geïntegreerde signaal van het belichtingssignaal voor het vormen van een analoog signaal dat representatief is voor een resterende belichtingswaarde, waarbij het stralingssterktesignaal afgeleid kan worden tot het signaal, dat de resterende belichtingswaarde represen-
20 teert teneinde een signaal te vormen, dat het resterende deel van de vereiste belichtingstijd weergeeft.

14. Inrichting volgens conclusie 13, met het kenmerk, dat het radiografische systeem schakelmiddelen omvat voor het selektief bekrachtigen van de stralingsbron aan het
25 begin van de belichtingsperiode en het selektief afschakelen van de stralingsbron bij de beeindiging van de belichtingsperiode met een analoge vergelijkingsschakeling voor het vergelijken van het geïntegreerde signaal en het belichtingssignaal teneinde een afschakelsignaal te vormen, wanneer het
30 geïntegreerde signaal gelijk aan het belichtingssignaal wordt en middelen, die reageren op de analoge vergelijkmiddelen voor het doen afschakelen van de schakelmiddelen.

15. Werkwijze voor het radiografisch onderzoeken van een materiaal door een stralingsbron te richten naar het
35 materiaal en een fotogevoelige film achter het materiaal te plaatsen, zodanig dat tenminste een deel van de straling door het materiaal en op de film valt en waarbij de spectrale inhoud van de straling variabel afhankelijk is van de

7920202

instelling van het besturingsmiddel, dat het energieniveau van de straling bepaalt gekenmerkt door het waarnemen van de sterkte van de straling die valt door het materiaal door de doorvallende straling te richten naar een detectieapparaat dat een voor de sterkte representatief signaal vormt dat
5 direct evenredig is met de sterkte van de invallende straling, het genereren van een elektrisch signaal, dat representatief is voor een vooraf vastgestelde belichtingswaarde, welk elektrisch signaal door een funktiegenerator wordt opgewekt
10 hetwelk een aantal belichtingswaarden opslaat, één waarde voor elk van een aantal gekorreleerde instellingen van de variabele besturingsmiddelen, die de spectrale inhoud van de straling bepalen en waarbij elke belichtingswaarde vooraf is vastgesteld op het produkt van de sterkte van de straling,
15 die wanneer deze op een film valt gedurende een vooraf vastgestelde tijd de film een vooraf vastgestelde belichtingsdichtheid geeft en het delen van het voor de sterkte representatieve signaal door een gevormd signaal, dat de belichtingswaarde representeert teneinde een signaal te vormen,
20 dat een maat is voor de tijd, die nodig is om de film te belichten tot de vooraf vastgestelde dichtheid is verkregen.

16. Werkwijze volgens conclusie 15, gekenmerkt door het normaliseren van het voor de sterkte representatieve signaal teneinde compensatie te bieden voor verschillende
25 belichtingssnelheden van verschillende typen fotogevoelige film door het selektief veranderen van de versterkingsfaktor van het de sterkte representerende signaal voorafgaande aan het delen van dat voor de sterkte representatieve signaal door het gegenereerde signaal dat de belichtingswaarde re-
30 presenteert.

17. Werkwijze volgens conclusie 15, gekenmerkt door het integreren van het de sterkte representerende signaal als funktie van de tijd vanaf het begin van de belichtingsperiode en het vergelijken van de tijdsintegraal van
35 het de sterkte representerende signaal resulterend uit het integreren met het elektrische signaal, dat representatief is voor een vooraf vastgestelde belichtingswaarde en het automatisch beëindigen van de belichtingsperiode, wanneer de

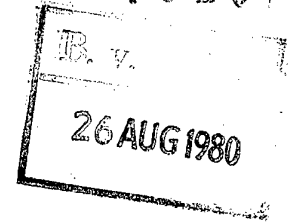
7920202

tijdsintegraal van het voor de sterkte representatieve signaal gelijk is aan het elektrische signaal dat representatief is voor een vooraf vastgestelde belichtingswaarde.

18. Werkwijze volgens conclusie 15, gekenmerkt door het integreren van het voor de sterkte representatieve signaal als een functie van de tijd, het nemen van het verschil tussen de tijdsintegraal van het de sterkte representerende signaal en het elektrische signaal dat representatief is voor een vooraf vastgestelde belichtingswaarde ten-
10 einde een resterend belichtingssignaal te verkrijgen, dat de resterende fraktie van de vereiste belichting representeert en het delen van het de sterkte representerende signaal in het resterende belichtingssignaal om een signaal te vormen, dat een maat is voor de resterende tijd, die nodig
15 is om de film tot de vooraf vastgestelde dichtheid te belichten.

19. Werkwijze volgens conclusie 15, met het kenmerk, dat het waarnemen van de sterkte geschiedt door de straling te richten op een diode van een halfgeleiderorgaan ten-
20 einde een stroom te vormen, die direkt evenredig is met de sterkte van de straling en door het ontvangen en versterken van de stroom die gevormd wordt door de diode tengevolge van het richten van de straling op de dioden in dat halfgeleiderorgaan.

Uittreksel



Radiografische inrichting en werkwijze
voor het waarnemen van de belichtings-
tijd van een film

Voor het radiografische onderzoek van construc-
tiemateriaal en industriële produkten wordt een werkwijze en
inrichting verschaft voor het automatisch vaststellen en weer-
geven van de tijd, die nodig is om een radiografische film te
5 belichten, welke zodanig is geplaatst, dat er straling die
door een te onderzoeken materiaal wordt doorgelaten opvalt,
zodat de uiteindelijke film belicht is tot een optimale zwar-
ting (dichtheid) voor een maximum contrast. Er wordt een gra-
fiek gemaakt van de variaties in een totale belichtingsparame-
10 ter (die het produkt van de gedetecteerde straling en tijd no-
dig om de optimale filmzwarting te verkrijgen representeert)
als functie van het spanningsniveau op een röntgenstraalbuis.
Een elektronische funktiegenerator legt de vorm van deze gra-
fiek vast en is opgenomen in een belichtingswaarnemingsappa-
15 raat, zodanig, dat er voor een gekozen instelling van de buis-
spanning de funktiegenerator een elektrisch analoog signaal
met de korresponderende belichtingsparameter vormt.
Tijdens de belichting wordt een ander signaal gevormd, hetwelk
de mate van straling representeert, die wordt waargenomen door
20 een diodedetector, die zodanig is gepositioneerd dat de zelfde
straling wordt ontvangen, die valt op de film. Het signaal dat
de gedetecteerde straling representeert wordt gedeeld door een
elektrische deelschakeling door het signaal, dat de totale
belichting representeert en het resulterende quotient is een
25 elektrisch signaal dat de vereiste belichtingstijd weergeeft.

7920202

24 B

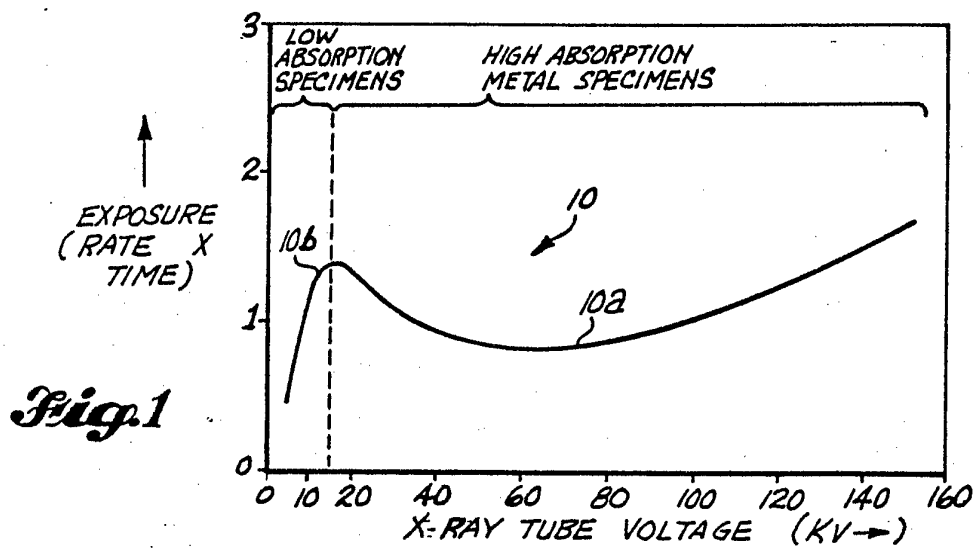


Fig.1

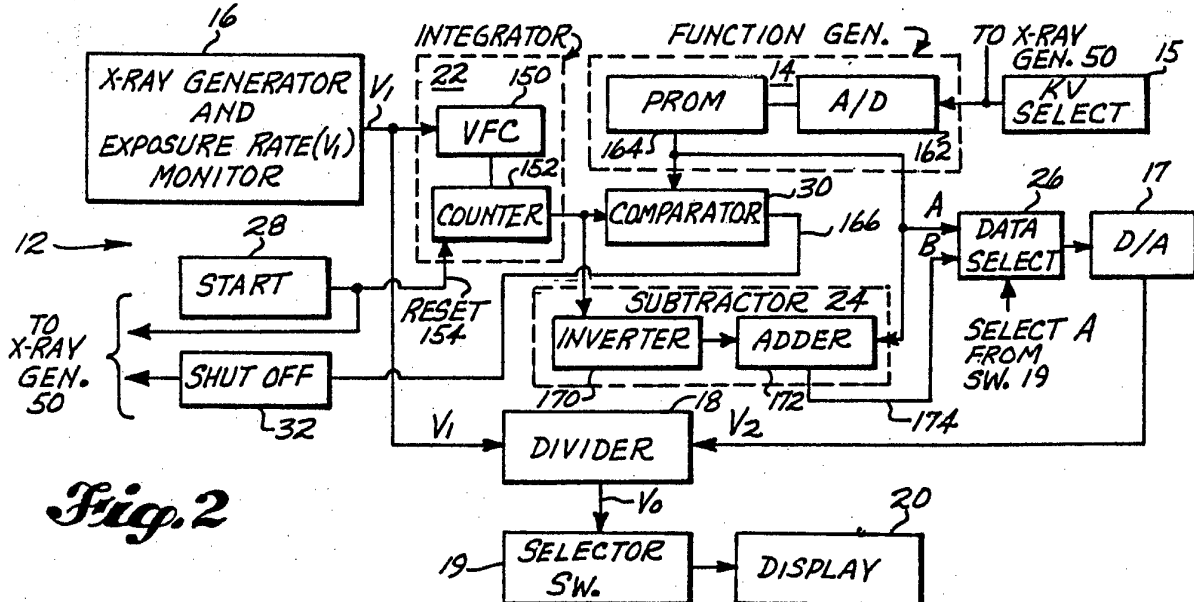


Fig. 2

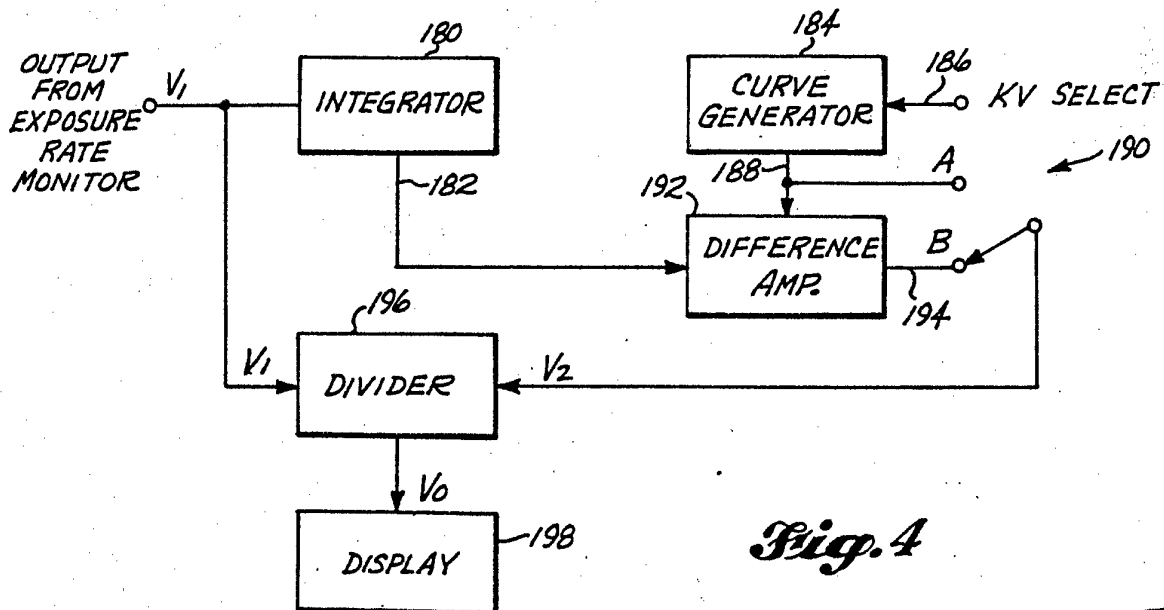


Fig. 4

7920202

2 / 2

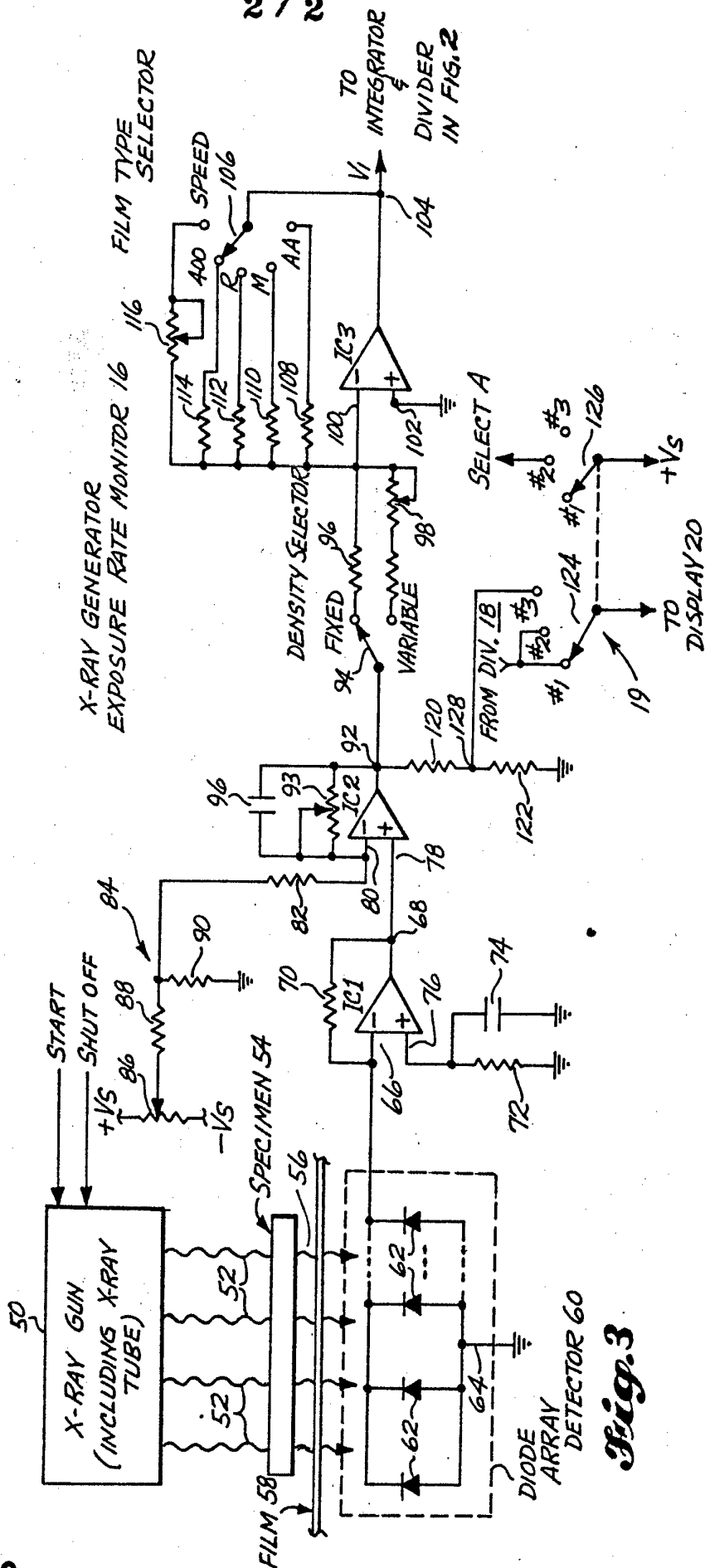


Fig. 3

7920202

