



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8600685**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Apparaat voor energie selectieve afbeelding.**
- ⑤1 Int.Cl⁴.: H01J 37/26, G01N 23/04.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octrooibureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

- ②1 Aanvraag Nr. 8600685.
- ②2 Ingediend 18 maart 1986.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

- ④3 Ter inzage gelegd 16 oktober 1987.

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

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

Apparaat voor energie selectieve afbeelding.

De uitvinding heeft betrekking op een apparaat voor het vormen van energie selectieve afbeeldingen van een object door middel van een uit het object tredende bundel geladen deeltjes, welk apparaat is uitgerust met een energie analysator, een bundelafbuigstelsel met
5 twee, aan weerszijden van de analysator geplaatst, synchroon aanstuurbare bundeldeflectoren en met een deeltjes detectie-inrichting.

Een dergelijk apparaat is bekend uit Journal Phys. Soc. Japan 17, 1962, pp 569-570. Een aldaar beschreven apparaat voor energie selectieve afbeelding van een, door een elektronenbundel
10 doorstraald object, bevat, opvolgend na een afbeeldende lens opgesteld, een lijndeflector, een energie analysator met een ingangsspleet en een uitgangsspleet, een cylinderlens en een tweede lijndeflector.

Voor afbeelding van een object wordt door het eerste
15 spleetdiafragma een lijn geselecteerd voor het vormen van een energie- of snelheidsspectrum van dat deel van het beeld dat door de spleet wordt doorgelaten. Met het tweede spleetdiafragma wordt daaruit een relatief smalle energieband geselecteerd en daarvan wordt een beeld gevormd met behulp van een cylinderlens. Door het beeld van het object dwars over
20 de eerste spleet te verschuiven en daarmee gecorreleerd het deelspectrum na de tweede spleet te verschuiven, kan per geselecteerde energieband een afbeelding worden gevormd van het gehele beeld van het object. Bij een dergelijke energie selectie is het scheidend vermogen van het energie filter afhankelijk van de grootte van een in het filter
25 te vormen tussenbeeld. Voor een hoog scheidend vermogen is daarbij een relatief klein beeldveld noodzakelijk daar anders te grote optische fouten optreden. Als voor een eindafbeelding een dergelijk tussenbeeld wordt afgebeeld op een ingangsvlak van een detectie inrichting ontstaat er een directe relatie tussen de grootte van die eindafbeelding en het
30 scheidend vermogen in het eindbeeld. Met een smalle spleet voor een hoog energie scheidend vermogen kan dus slechts een klein tussenbeeld worden toegelaten of moeten fouten van het filter in hoge mate worden

gecorrigeerd. Het laatste is slechts in beperkte mate mogelijk. Is een hoog scheidend vermogen gewenst, dan zal analyse van een geheel beeldveld relatief veel tijd vragen. Wordt, ten einde de snelheid van de analyse te vergroten, van een kleinere afbeelding eerst door
5 navergroting een groter beeld gevormd dan wordt veelal zoveel last van stoorvelden ondervonden, dat het beoogde effect niet wordt gerealiseerd. Door deze effecten gezamenlijk worden beperkingen opgelegd aan de mogelijkheden voor het vormen van energie selectieve afbeeldingen van niet kleine beeldvelden.

10 De uitvinding beoogt deze beperkingen op te heffen en daartoe heeft een apparaat van de in de aanhef genoemde soort volgens de uitvinding tot kenmerk, dat de energie analysator een deelbundel uit de geladen deeltjes bundel selecterend diafragma met daaraan toegevoegd een twee dimensionaal bundelafbuigstelsel bevat.

15 In een apparaat volgens de uitvinding wordt het beeld voor de spectrale analyse opgedeeld in deelbundels, bijvoorbeeld door het beeld in twee richtingen over een ingangsdiafragma voor de analysator te verschuiven en met een daarmee gesynchroniseerde afbuiging een afbeelding weer geometrisch juist op een detectie stelsel
20 te projecteren.

De te analyseren beelden voor een object kunnen worden gevormd door vrijmaken van geladen deeltjes, gebruikelijk electronen, uit het oppervlak van een object, bijvoorbeeld door dit te bestralen met electromagnetische of corpusculaire straling. Ook kunnen dergelijke
25 beelden worden gevormd door een preparaat met een electronen- of ionenbundel te doorstralen, waarbij zoals reeds vermeld het verschil in interactie tussen individuele deeltjes van de bundel en het preparaat in snelheidsverschillen voor de deeltjes na het preparaat resulteert.

In een voorkeursuitvoering bevat de detectie-inrichting
30 een televisie opneembuis waaraan voor beeldweergave een monitor is aangesloten. Voor spectrum analyse kan aan de opneembuis een spectrum analysator zijn aangesloten, maar daarvoor kan ook direct een spectrum analysator zijn aangesloten. Met een dan verwijderde energie selecterende spleet wordt dan niet het beeld maar het spectrum op de
35 detectoringang afgebeeld. Voor detectie van spectra of beelden kan ook gebruik gemaakt worden van een filmcamera, met het voordeel van een directe hardcopy productie, of van een bij voorkeur zelf scannende CCD

0000000

matrix.

Voor projectie van een spectrum of een afbeelding op een detectie ingangsvlak is in een voorkeursuitvoering gebruik gemaakt van een vierpool lens. Een dergelijke, na het analyse filter op te stellen lens kan, gezien vanuit het filter voor of achter het vlak van de uitgangsspleet worden geplaatst. Met een vierpool lens geplaatst kort voor het vlak van de uitgangsspleet kan bij een gegeven bekrachtiging van de lens een vergroot spectrum op de detectie-inrichting worden geprojecteerd. De lenswerking in de dispersierichting is dan sterk negatief. Variatie van de bekrachtiging geeft dan een variatie van de vergroting van het spectrum. Doordat de sterkte van een vierpool lens in negatieve richting veel groter gemaakt kan worden dan in positieve richting, kan aldus met een enkel optisch element een sterke vergroting van het spectrum worden gerealiseerd. Een zwak positieve bekrachtiging van de vierpool lens in de dispersie richting resulteert in een afbeelding van een vergroot tussenbeeld van het preparaatvlak in het filter op een ingangsvlak van de detectie-inrichting. Wegens de positieve lenswerking kan dit met een scherpe afbeelding in de dispersie richting worden gerealiseerd terwijl dwars op de dispersie richting de afmeting van de totale bundel relatief klein is, waardoor dan ook voor die richting een grote scherpte diepte geldt en dus een relatief scherpe afbeelding kan worden gerealiseerd. De vergroting van het aldus gevormde beeld is niet variabel omdat dan de scherpte verloren zou gaan. Met de elektronen microscoop zelf kan de grootte van het beeld wel worden gevarieerd.

Met een vierpool lens geplaatst kort achter de uitgangsspleet kunnen alle gewenste beeldvormingen worden gerealiseerd enkel door variatie in de bekrachtiging in een enkele richting en wel met een positieve lenswerking in de dispersie richting. Met een zwakke bekrachtiging wordt een gefilterd beeld gerealiseerd terwijl een sterkere bekrachtiging een in grootte variabele afbeelding van het spectrum geeft. De vergroting van het spectrum is dan echter beperkt door de beperkte lenssterkte van de vierpool lens. Een grotere flexibiliteit kan worden verkregen door na de uitgangsspleet een of meer extra vierpool lenzen toe te voegen.

Een na het filter opgestelde bundelaftastinrichting, dienende om weer een afbeelding van het gehele objectbeeld te kunnen

realiseren, kan een deel van de vierpool lens elementen vormen.

Aan de hand van de tekening zullen in het navolgende enkele voorkeursuitvoeringen volgens de uitvinding nader worden beschreven.

- 5 De enkele figuur in de tekening toont een schematische weergave van een energie selectief beeldvormend apparaat volgens de uitvinding.

Van een apparaat voor energie selectieve afbeelding zijn in de tekening een schematische weergave van een electronen microscoop 1
10 met in een te evacueren huis 2 opgenomen een kathode 3, een anode 4, een condensorsysteem 6, een bundelafbuigstelsel 8 en een objectieflens 10. Van een in het apparaat opgenomen preparaat 12 wordt gebruikelijk met behulp van een eindlens 11 een beeld gevormd op een uitgangsscherm 14. Een transmissiebeeld 13 van een preparaat op het uitgangsscherm 14
15 wordt hier gevormd door een van de kathode uitgaande electronenbundel 15 die na passeren van het preparaat electronen met onderling verschillende energie bevat, dit ook als de bundel voor interactie met het preparaat volkomen monochromatisch was. Het verschil in energie ontstaat door verschil in de mate van interactie van de individuele electronen uit de
20 electronenbundel met het preparaat. Voor energie selectieve beeldvorming is onder het wegneembare uitgangsscherm 14 een energie selectie filter 16 gekoppeld. Hier is het filter een dubbel focusserend, gebogen filter. De dubbelfocusserende werking kan bijvoorbeeld worden verkregen door te werken met gekantelde, conische of
25 scheef afgeknotte poolschoenen of door ten opzichte van de hoofdstraalrichting van de electronenbundel een scheef verlopend ingangsen/of uitgangsvlak van het filter. Een voorbeeld van een dergelijk dubbelfocusserend filter is beschreven in Optik 71, Nr. 1, 1985, pagina's 11 tot 14 in het bijzonder pagina 12. De uitvoeringsvorm van
30 het filter is niet wezenlijk voor de uitvinding. Het filter 16 is uitgerust met een beeldveld begrenzend ingangsdiafragma 18, dat optisch nabij een vlak waarin door de eindlens 11 een beeld van het preparaat 12 wordt gevormd is gepositioneerd. Ter plaatse van een uitgangsspleet 20 wordt door het filter een verkleinde afbeelding van de
35 crossover, wat dus feitelijk een verkleinde afbeelding van de bron is, gevormd. Een tussenafbeelding van het preparaat wordt gevormd in een vlak 22 van het filter, samenvallend met het achromatische vlak

daarvan. Het energie oplossend vermogen wordt nu goeddeels bepaald door de dwarsafmeting van de bundel ter plaatse van het vlak 22, welke afmeting door het diafragma 18 wordt bepaald. Met behulp van een vierpoollens 30 of 32 nabij de uitgangsspleet 20 wordt het achromatische
5 beeld in het vlak 22 afgebeeld op een ingangstrefplaat 26 van een televisie opneembuis 28. Aldus is een relatie tussen de diameter van de te detecteren afbeelding en het energie oplossend vermogen van het filter ontstaan. Wordt, om een hoog energie oplossend vermogen te realiseren, een smalle energie selecterende spleet 20 gebruikt dan kan
10 derhalve ook slechts een aangepast klein beeldveld worden toegelaten. Wordt een groter beeldveld gewenst dan is het noodzakelijk het filter voor daarbij optredende fouten te corrigeren hetgeen zoals reeds opgemerkt slechts tot op zekere hoogte mogelijk is. Voor analyse van een groter totaalbeeld is na de eindlens een x-y deflectie systeem 25
15 en na het filter een x-y deflectie systeem 27 opgenomen. Door beide deflectie systemen gesynchroniseerd te bekrachtigen kan op de trefplaat 26 weer het gehele voorwerp worden afgebeeld zij het dan sequentieel in deelbeelden. Met deelbeelden van bijvoorbeeld 50 x 50 beeldpunten, een lijnaftasting en een beeldaftasting elk in 10 stappen, wordt een
20 totaalbeeld in 100 deelbeelden in 250.000 beeldpunten geanalyseerd. Het is gunstig het aftasten synchroon te laten verlopen met ter plaatse optredende stoorvelden dus bijvoorbeeld met een lijnfrequentie van 20 msec, of een geheel aantal malen die frequentie, waardoor een beeldherhalingsfrequentie in gehele veelvouden van 0,2 sec optreedt.
25 Hierbij kan nog rekening worden gehouden met het al dan niet toepassen van interliniëring in de beeldvorming om het optreden van beeldflikkering te voorkomen.

In de tekening is zowel voor als na de uitgangsspleet 20 een vierpool lens opgenomen. Volstaan kan evenwel worden met een enkele
30 vierpool 30 voor het filter. Met de vierpool 30 wordt met een sterke negatieve lenswerking in de dispersie richting met een verwijderde spleet 20 een spectrum vergroot op de trefplaat 26 geprojecteerd. Variatie in de sterkte van de lens geeft een directe variatie in de vergroting van het afgebeelde spectrum dus in de onderlinge lijnafstand
35 daarin. Omdat de negatieve werking van een vierpool lens relatief sterk gemaakt kan worden kan aldus een groot vergrotingstraject worden bestreken. Met een relatief zwakke lenswerking in tegengestelde

bekrachtiging, dus positief in een richting van de dispersie, wordt met de vierpool lens 30 het achromatische beeld vanuit het beeldvlak 22 scherp op de trefplaat 26 afgebeeld. Dankzij de geringe dwarsafmeting van de bundel in de richting dwars op de dispersie richting kan daarbij
5 een scherpe afbeelding in beide richtingen worden gerealiseerd. Variatie van de beeldgrootte door de vierpool lens is nu niet mogelijk, immers dan wordt de beeldscherpte verstoord, maar daarin kan worden voorzien door eerdere beeldgrootte variatie in het systeem of door een eventuele verdere vierpool lens. Vierpool lenzen hebben het voordeel, dat bij
10 beeldvorming geen beelddraaiing optreedt bij variërende lenssterkte, dat ze weinig ruimte vragen, lucht zijn en reeds bij een relatief lage bekrachtiging een sterke lenswerking hebben.

Met een vierpool lens 32, geplaatst na het filter kunnen alle genoemde afbeeldingen gerealiseerd worden door lenssterkte variatie
15 binnen een enkele mode. Met een zwakke positieve bekrachtiging in de dispersie richting wordt een gefilterd beeld op de trefplaat 26 gevormd terwijl een sterkere bekrachtiging in dezelfde richting een in grootte variabele afbeelding van het spectrum op de trefplaat oplevert.

Voor besturing van het gehele apparaat is een centrale
20 besturingsinrichting 34 toegevoegd waaraan hier een beeldregistratie respectievelijk een hardcopy unit 36 is aangesloten. Voor beeldweergave is hier verder een monitor 38 opgenomen.

Om overbelasting van het preparaat bij een hier geldende gedeeltelijk sequentiele afbeelding te voorkomen is het gunstig om van
25 het preparaat momentaan enkel dat gedeelte te bestralen waarvan dan een afbeelding wordt gevormd. Bij een aftasting in de reeds genoemde 10 x 10 stappen wordt dan telkens slechts ongeveer een honderdste gedeelte van het preparaat bestraald en kan de totale preparaatbelasting dus een factor 100 kleiner zijn. Voor een dergelijke aftasting
30 kan gebruik gemaakt worden van een beamshape aftaststelsel 40 in het belichtingssysteem voor het preparaat. Daarna wordt dan een in dwarsdoorsnede aangepaste bundel in de genoemde stappen volgorde over het preparaat bewogen. Deze aftasting wordt synchroon met de bundelaftasting voor de energie selectie respectievelijk de afbeelding
35 gestuurd. Voor de preparaat aftasting kan in een elektronenstraal apparaat uitgerust met een matrix halfgeleider emitter als elektronenbron ook gewerkt worden met een gesynchroniseerde

activeringssturing van individuele of van groepen emitters.

CONCLUSIES:

1. Apparaat voor het vormen van energie selectieve afbeeldingen van een object door middel van een uit het object tredende bundel geladen deeltjes, welk apparaat is uitgerust met een energie analysator, een bundelafbuigstelsel met twee, aan weerszijden van de
5 analysator geplaatste, synchrone aanstuurbare bundeldeflectors en met een deeltjes detectie inrichting, met het kenmerk, dat een ingangsdiafragma (18) van de energie analysator (16) als een deelbundel selecterend twee dimensionaal diafragma is uitgevoerd en het bundelafbuigstelsel een beeldveld vergrotend stelsel van twee
10 dimensionaal werkende bundeldeflectors bevat.
2. Apparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de bundel geladen deeltjes door een bundel electromagnetische straling uit een object wordt vrijgemaakt.
3. Apparaat volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de
15 bundel geladen deeltjes wordt gevormd door doorstraling van een object met een substantieel monochromatische elektronenbundel.
4. Apparaat volgens een der conclusies 1, 2 of 3, met het kenmerk, een, het apparaat aanstralende inrichting is uitgerust met een systeem voor een selectieve sequentiele aanstraling van een aan het
20 ingangsdiafragma aangepast preparaat gedeelte.
5. Apparaat volgens een der voorgaande conclusie, met het kenmerk, dat de deeltjes detectie inrichting is uitgerust met een optisch systeem voor beeldvorming van zowel een object afbeelding als een spectrum afbeelding.
- 25 6. Apparaat volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat een beeldvormend optisch systeem voor de detectie inrichting is uitgerust met een vierpoolsysteem.
7. Apparaat volgens een der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat een beeldvormend optisch systeem voor de detectie
30 inrichting is uitgerust met twee of meer vierpool lenzen waarvan althans een voor een uitgangsspleet en een na de uitgangsspleet voor de analysator is opgesteld.
8. Apparaat volgens een der voorgaande conclusie, met het kenmerk, dat het detectiesysteem is uitgerust met een televisie keten
35 met een aangepaste televisie opneembuis.
9. Apparaat volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat het detectiesysteem voor spectrum analyse is uitgerust met een

filtercamera.

10. Apparaat volgens een der voorgaande conclusies 1 tot 8, met het kenmerk, dat de detector is uitgerust met een als trefplaat voor de te detecteren deeltjes fungerend stelsel van halfgeleider
- 5 detectie elementen.
11. Apparaat volgens conclusie 6 of 7 met het kenmerk, dat een, in een dispersie richting negatief te bekrachtigen vierpool lens gerekend vanuit het filter kort voor een diafragma van de analysator is opgesteld.
- 10 12. Apparaat volgens conclusie 6 of 7, met het kenmerk, dat een, in de dispersie richting positief te bekrachtigen vierpool lens gerekend vanaf het filter kort na een uitgangsspleet van de analysator is opgesteld.
13. Apparaat volgens een der conclusies 5 tot 11, met het
- 15 kenmerk, dat een vierpool lens is uitgerust als een geïntegreerd lens-bundelafbuig element.

