Octrooiraad

(10)A **Terinzagelegging** (11) **8002056**

Nederland (19) **NL**

(54) **Kleurfilter.**

(51) Int.Cl³.: G02B5/28.

(71) Aanvrager: RCA Corporation te New York.

(74) Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

(21) Aanvrage Nr. 8002056.

(22) Ingediend 8 april 1980.

(32) Voorrang vanaf 9 april 1979.

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

(31) Nummer van de voorrangsaanvrage: 28368 .

(23) - -

(61) - -

(62) - -

(43) Ter inzage gelegd 13 oktober 1980.

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

VO 266

Kleurfilter.

De uitvinding heeft betrekking op een kleurfilter en meer in het bijzonder op een diffractiekleurfilter ten gebruike bij een polychromatisch lichtafbeeldstelsel, voorzien van een afbeeldlens en een fotogevoelig oppervlak, dat in een beeldvlak van de lens is gelegen.

Kleurfilters worden onder meer toegepast bij kleurenfotografie en bij kleurentelevisiecamera's. Normaliter bestaan kleurfilters uit absorptieve kleurstoffen of dichroïsche spiegels. De laatste tijd zijn diffractiekleurfilters ontwikkeld. Voorbeelden hiervan vindt men in de Amerikaanse octrooischriften 3.957.354, 4.079.411 en 4.130.347.

De betrekkelijk dure kleurentelevisiecamera's, die tenminste drie opneembuizen omvatten, worden gewoonlijk voor televisiezenddoeleinden toegepast. In het Amerikaanse octrooischrift 2.733.291 is evenwel een minder dure van een enkele opneembuis voorziene kleurentelevisiecamera beschreven. Bij deze camera wordt gebruik gemaakt van een optisch stelsel met een ruimtelijk filter en een uit absorptieve kleurstoffen opgebouwd kleurcodeerstrookfilter voor het belichten van het fotogevoelige oppervlak van de enkele opneembuis met een beeld van een object, dat met polychromatisch (b.v. wit) licht wordt belicht. Het kleurfilter omvat tenminste twee stellen kleurstroken, waarbij elk stel overeenkomt met een andere primaire kleur. De ruimtelijke opstelling van elk stel kleurstroken ten opzichte van de aftastrichting van de elektronenbundel van de opneembuis is zodanig, dat voor elke kleur naast een luminantiesignaal afzonderlijke kleurgemoduleerde draaggolven worden opgewekt. Ruimtelijke harmonischen en intermodulatiecomponenten van de ruimtelijke grondfrequenties van het kleurstrookfilter hebben de neiging tot ongewenste kleurschakeringen, moiré-patronen en kleurzwevingen te leiden. Het ruimtelijke filter van het opti-

sche stelsel van de opneembuis werkt als een laagdoorlaatfilter om deze ongewenste effecten van het van een absorptiekleurstof voorziene kleurstrookfilter tot een minimum terug te brengen.

Ook nu nog wordt in wezen hetzelfde van een absorptiekleurstof voorziene kleurcodeerstrookfilter, als beschreven in het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift 2.733.291, in een televisiecamera met een enkele opneembuis toegepast. De opbouw van het ruimtelijke filter, dat bij kleurcodeerstrookfilters wordt gebruikt, is evenwel met de tijd verbeterd. Zo toont het Amerikaanse octrooischrift 3.940.788 b.v. een ruimtelijk filter voor een kleurcamera met enkele opneembuis, bestaande uit een faseraster en een lenticulaire lens, die zodanig ten opzichte van elkaar en ten opzichte van een normaal van een absorptiekleurstof voorzien kleurcodeerstrookfilter zijn opgesteld, dat kleurschakering, moiré-patronen en kleurzwevingen tot een minimum worden teruggebracht.

Volgens de uitvinding wordt in het geheel geen gebruik gemaakt van een van een absorptiekleurstof voorzien kleurfilter van een bepaald type, evenals een afzonderlijk ruimtelijk filter, in het optische stelsel van een kleurentelevisiecamera met een enkele opneembuis. In plaats daarvan is de uitvinding gericht op een diffractiekleurfilter, waarbij het kleurfilter zelf (niet een ruimtelijk filter, in combinatie met een van een absorptiekleurstof voorzien kleurcodeerfilter) een lenticulair lensstelsel en een faseraster omvat.

Meer in het bijzonder is de uitvinding gericht op een diffractiekleurfilter ten gebruike bij een polychromatisch lichtafbeeldstelsel voorzien van een afbeeldlens en een fotogevoelig oppervlak, dat in een beeldvlak van de lens is opgesteld. De lens heeft een f-getal $F_c \geq$ dan een minimaal f-getal F_c^{min}. Het filter zelf omvat een lenticulair lensstelsel bestaande uit een materiaal dat een brekingsindex n_1 bezit. Het stelsel heeft een lensperiodiciteit L en een brandpuntlengte f in het materiaal met de brekingsindex n_1. Voorts is het stelsel bestemd om zodanig te worden opgesteld, dat het brandpuntvlak daarvan in hoofdzaak samenvalt met het fotogevoelige oppervlak.

Volgens de uitvinding omvat het kleurfilter ook een diffractieconstructie, welke in hoofdzaak in de buurt van het stelsel is opgesteld. De diffractieconstructie bestaat uit een materiaal, dat een brekingsindex n_2 bezit. Voorts omvat de diffractieconstructie een faseraster met een vooraf bepaald rasterprofiel S(x) en een rasterlijnafstand d, waarbij d groter is dan een bepaalde golflengte λ van het polychromatische licht. Tenslotte bestaan de onderstaande relaties tussen de bovengenoemde parameters van het diffractiekleurfilter en het polychromatische lichtafbeeldstelsel waarvoor het filter is ontworpen:

$$F_c^{min} \geq \frac{d}{\lambda} \qquad (1)$$

Bij het bovenbeschreven filter volgens de uitvinding geldt indien het materiaal van het lensstelsel zich naar het brandpuntsvak van het stelsel uitstrekt voor het verschaffen van een f-getal f_c voor het stelsel, gelijk aan f/nlL, de volgende relatie:

$$F_L = \frac{d}{K\lambda} \qquad (2)$$

waarbij K een geheel getal is.

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder verwijzing naar de tekening. Daarbij toont:

fig.1 een schema van een uitvoeringsvorm van een diffractiekleurfilter volgens de uitvinding;

fig.2 een rechthoekige golvenoverdragend faseraster met een aspectverhouding van 1/2;

fig.3 een faseraster met een aspectverhouding, welke kleiner is dan 1/2; en

fig.4a en 4b respectieve uitvoeringsvormen van een tweedimensionaal diffractiekleurfilter volgens de uitvinding.

In fig.1 vindt men een afbeeldstelsel voorzien van een afbeeldlens 100 met een door een diafragma 102 bepaalde effectieve apparatuur. Een bundel 104 van polychromatisch (b.v. wit) licht uit een verlicht object (niet afgebeeld) wordt door de afbeeldlens 100 afgebeeld op een fotogevoelig oppervlak 106, dat zich in een beeldvlak van de lens 100 bevindt. Bij wijze van voorbeeld kan het fotogevoelige oppervlak 106 fotochemisch (b.v. een fotoëmulsie of fotolak), fotoëlektrisch (b.v. een fotokathode van een vidicon),

fotovoltaïsch of fotogeleidend zijn. In elk geval komt de responsie van elk elementair gebied van het fotogevoelige oppervlak 106 overeen met de intensiteit van het licht, dat dat elementair gebied treft. Een diffractieraster 108 en een lenticulair stelsel 110 van cilindrische lenzen 112 omvatten een uitvoeringsvorm van een diffractiekleurfilter volgens de uitvinding. Het lenticulaire stelsel 110 kan bestaan uit een transparante kunststof met een brekingsindex n_1, aan het bovenvlak waarvan lenticulaire lenzen 112 zijn gevormd (b.v. door persen bij hoge temperatuur). De periodiciteit van de lenzen 112 van het lenticulaire stelsel 110 is L en het lenticulaire stelsel 110 heeft een dikte f, gelijk aan de brandpuntslengte van elke lens 112. Het ondervlak van het lenticulaire stelsel 110 valt in hoofdzaak samen met het fotogevoelige oppervlak 106. Derhalve valt het fotogevoelige oppervlak 106 samen met het brandpuntsvlak van het lenticulaire stelsel 110. Het diffractieraster 108 is een faseraster, dat kan zijn voorzien van een oppervlaktereliëfpatroon, dat in het ondervlak van een transparant kunststofvel met een brekingsindex n_2 is gedreven. De brekingsindices n_1 en n_2 kunnen aan elkaar gelijk zijn doch kunnen ook van elkaar verschillen. Het diffractieraster 108 heeft een lijnafstand d, welke groot is ten opzichte van de golflengte λ van het polychromatische licht 104, doch welke klein is ten opzichte van de lensperiode L van het lenticulaire stelsel 110. Elke diffractieperiode van het raster 108 heeft hetzelfde vooraf bepaalde golfvormprofiel S(x).

De optische opbouw, als aangegeven in fig.1, kan op verschillende wijzen worden gemodificeerd doch aan deze opbouw ligt dezelfde idee ten grondslag. Zo kan men b.v. de voorkeur geven aan een lenticulair stelsel met een dikte, welke geringer is dan de brandpuntslengte daarvan. Het brandpuntsvlak valt nog steeds samen met het beeldvlak en het fotogevoelige oppervlak. De formules moeten worden gewijzigd om ermee rekening te houden, dat slechts een gedeelte van de optische wegen voor elke verschillende lichtorde (b.v. 114, 116 en 118) zich nog steeds bevindt in een medium met een brekingsindex n_1, terwijl de rest van de optische wegen zich

in lucht bevindt, die een brekingsindex met de waarde 1 heeft. Verder kan men de relatieve positie van het lenticulaire stelsel en het raster verwisselen of deze zelfs in een enkel oppervlak onderbrengen.

De invloed van het diffractieraster 108 op de lichtbundel 104, welke het diffractieraster 108 treft na de afbeeldlens 100 te hebben gepasseerd, is het breken van het licht, dat elke respectieve lens 112 van het stelsel 110 binnentreedt, volgens een diffractieorde 0, zoals de orde 114, en hogere diffractieorden, zoals de positieve eerste diffractieorde 116 en de negatieve eerste diffractieorde 118. In fig.1 bedraagt de breedte van een diffractieorde, zoals de nulde diffractieorde 114, welke het fotogevoelige oppervlak 106 treft, W. Verder is de afstand tussen de respectieve middens van twee naast elkaar gelegen diffractieorden, zoals de afstand tussen de eerste diffractieorde 116 of 118 en de nulde diffractieorde 114 aan het fotogevoelige oppervlak 106 gelijk aan g. Teneinde een overlapping van het beeld van de nulde orde en elk van de beelden van hogere orde tegen te gaan, is het nodig, dat $W \leq g$.

Indien het f-getal van de afbeeldlens 100 gelijk is aan F_c geldt de onderstaande relatie:

$$W = \frac{f}{F_c n_1} \qquad (3)$$

Volgens de diffractietheorie evenwel kan worden aangetoond, dat

$$g = \frac{f \cdot \lambda}{d n_1} \qquad (4)$$

Door derhalve de vergelijkingen (3) en (4) te combineren, is $W \leq g$ zo lang als $F_c \geq F_c^{min}$, zodat $F_c^{min} \geq \frac{d}{\lambda}$ (zoals in de bovenstaande vergelijking (1) is aangegeven).

Het door elke afzonderlijke lens 112 van het lenticulaire stelsel 110 gevormde diffractiepatroon herhaalt zich na een afstand L, zodat verschillende diffractieordes van afzonderlijke lenzen van de lenzen 112 worden gesuperponeerd. Meer in het bijzonder zal de K-de diffractieorde (waarbij K een bepaald geheel getal is) van

elke individuele lenticulaire lens 112 op de nulde diffractieorde van de daarnaast gelegen lenticulaire lens vallen. Kwantitatief gesproken geldt

$$Kg = L \qquad (5)$$

Wanneer wordt aangenomen, dat het ondervlak van het lenticulaire stelsel 110 zich naar het brandpuntsvlak daarvan uitstrekt, als aangegeven in fig.1, wordt het f-getal F_L van het lenticulaire stelsel 110 evenwel bepaald door

$$F_L = \frac{f}{n_1 L} \qquad (6)$$

Door de vergelijkingen (4) en (5) in de vergelijking (6) te substitueren verkrijgt men de bovenstaande vergelijking (2) nl.

$$F_L = \frac{d}{K\lambda} \qquad (2)$$

Indien het ondervlak van het lenticulaire stelsel zich niet geheel naar het brandpuntsvlak daarvan uitstrekt, is het effectieve f-getal F_L nog steeds evenredig met $\frac{f}{L}$ doch de evenredigheidsconstante is meer complex dan $\frac{1}{n_1}$. Meer in het bijzonder dient de effectieve evenredigheidsconstante te worden berekend door middel van de brekingswet, waarbij rekening wordt gehouden met het feit, dat een gedeelte van de optische weg van de verschillende diffractieordes (b.v. 114, 116 en 118) een brekingsindex $\frac{1}{n_1}$ heeft en de rest een andere brekingsindex heeft, zoals één voor lucht.

Een lenticulair stelsel van cilinderlenzen veroorzaakt, dat een kleurpatroon, dat in het brandpuntsvlak van het lenticulaire stelsel 110 op het fotogevoelige oppervlak 106 wordt gevormd, uit verschillende naast elkaar gelegen kleurstroken bestaat. In het algemeen worden de kleurstroken gesplitst in zich herhalende groepen van stroken, waarbij elke groep K verschillende kleurstroken omvat. In het speciale geval echter, dat het diffractierasterprofiel symmetrisch is (d.w.z. $S(x) = S(-x)$), bestaat elke zich herhalende groep van stroken slechts uit (1+ een integraal deel van K/2) verschillende kleurstroken.

De kleur van elke respectieve strook wordt bepaald door de optische transmittantie van de verschillende diffractieordes van het diffractieraster 108. Deze optische transmittantie is afhankelijk van het bepaalde diffractierasterprofiel $S(x)$ en de brekings-

index n_2 van het diffractieraster 108. Meer in het bijzonder kan voor grove rasters (waarbij d veel groter is dan λ) een vereenvoudigde diffractietheorie, waarbij de benadering van Kirchhoff - Huygens wordt toegepast, worden gebruikt om het diffractierendement van het raster als functie van de golflengte van het licht voor elke verschillende gesuperponeerde diffractieorde, die tot een kleurstrook bijdraagt, te bepalen. Door daarna de respectieve diffractierendementen van de gesuperponeerde diffractieordes, waaruit elke kleurstrook is gevormd, te sommeren kan de kleurtint van elk van de K kleurstroken worden berekend. Het is in dit verband duidelijk, dat tengevolge van de hoekdispersie in alle ordes behoudens de nulde diffractieorde, de kleur bij de grenzen van elke individuele strook iets varieert. Het is evenwel de gemiddelde kleur over de breedte W van elke enkele strook, welke wordt berekend. Er wordt hier naar het reeds genoemde Amerikaanse octrooischrift 3.957.354 verwezen voor de wijze waarop het diffractierendement als een functie van de golflengte van het licht voor verschillende diffractieordes van een diffractieraster wordt berekend onder gebruik van de Kirchhoff -vergelijkingen voor de vereenvoudigde diffractietheorie.

Elke lijnafstandsperiode van het diffractieraster 108 kan elke gewenste profielvorm hebben, welke profielvorm wordt omschreven door een bepaalde functie S(x). Er is evenwel een klasse van profielen, welke bijzonder geschikt is voor het verschaffen van goede kleuren, zoals beschreven in het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift 3.957.354. Deze profielen zijn alle trapfunctieprofielen met verticale wanden en vlakke bases, alle met dezelfde hoek ten opzichte van het invallende licht. Een bepaald voorbeeld, het in fig.2 afgebeelde rechthoekige-golfprofiel, zal hierna gedetailleerd worden besproken. De profielen, welke minder succes sorteren bij het verschaffen van goede kleuren, doch welke nog steeds binnen het kader van de uitvinding vallen, zijn alle continue profielen, zoals b.v. een sinusgolfprofiel.

In fig.2 vindt men een eerste voorkeursuitvoeringsvorm 108a van het diffractieraster 108 volgens fig.1. Het diffractieraster

108a is een grof (lijnafstand d groter dan of gelijk aan 5 µm) rechthoekige-golffaseraster bestaande uit een materiaal waarvan de brekingsindex n_2 groter is dan die van de omgeving (welke omgeving normaliter bestaat uit lucht met een brekingsindex gelijk aan de eenheid). Het rechthoekige-golfprofiel wordt gevormd door op gelijke afstanden van elkaar gelegen uitsteeksels 200, elk met een breedte v en een diepte a'. De aspectverhouding b (gelijk aan $\frac{v}{d}$) van het rechthoekige-golfprofielraster 108a bedraagt 1/2. Derhalve heeft het raster 108a een profiel S(x), dat ruimtelijk wordt bepaald door de onderstaande vergelijkingen:

$$S(x) = \begin{cases} + \frac{a'}{2} & \text{voor } \cos(2\pi x/d) \quad 0 \\ - \frac{a'}{2} & \text{voor } \cos(2\pi x/d) \quad 0 \end{cases} \qquad (7)$$

Aangezien het raster 108a een grof raster is ($d \geq 5$ µm), kunnen de Kirchhoff-vergelijkingen voor de vereenvoudigde diffractietheorie worden gebruikt om de respectieve diffractierendementen van de nulde diffractieorde en een of meer hogere diffractieorden te bepalen. Indien wordt aangenomen, dat het gehele veelvoud K een waarde 2 heeft (d.w.z. dat elke zich herhalende groep twee verschillende kleurstroken omvat), kan worden aangetoond, dat de respectieve optische transmittanties $t_1(\lambda)$ en $t_2(\lambda)$ die elk van deze twee verschillende kleuren bepalen, worden gegeven door:

$$t_1(\lambda) = \sin^2 \left((n_2-1)\, a'/\lambda \right) \qquad (8)$$

$$t_2(\lambda) = \cos^2 \left((n_2-1)\, a'/\lambda \right) \qquad (9)$$

$t_1(\lambda)$ en $t_2(\lambda)$ stellen heldere en verzadigde complementaire kleuren voor waarden van $a'(n_2-1)$ in het gebied van 500 - 1700 nm voor.

Thans wordt verwezen naar het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift 4.130.347, dat gericht is op diffractiekleurfilters met dunne lijnen (d.w.z. een filter met een lijnafstand d, gelegen tussen 0,7 en 2,0 µm). Zoals in dit octrooischrift is beschreven moet voor het verkrijgen van goede kleuren met een diffractiefilter met dunne lijnen de rigoreuze diffractietheorie (waarbij rekening wordt gehouden met het feit, dat licht een elektromagnetische golf is, bepaald door de vergelijkingen van Maxwell) worden gebruikt

voor het bepalen van de juiste waarden van de diepte a' en de aspect verhouding b van een rechthoekige-golfprofiel. Meer in het bijzonder wordt, als aangegeven in fig.3, wanneer de lijnafstand d van het diffractieraster 108b is gelegen tussen 0,7 en 2,0 µm, de breedte v van elk uitsteeksel 300 aanmerkelijk kleiner gemaakt dan de helft van de lijnafstand d. Derhalve is de aspectverhouding b van het raster 108b aanmerkelijk kleiner dan 1/2. Zoals evenwel in het Amerikaanse octrooischrift 4.130.347 is beschreven, bestaat er nog steeds een sterke golflengteafhankelijkheid van het diffractierendement van de verschillende diffractieorden en derhalve kunnen nog steeds goede kleuren worden verkregen met rasters met rechthoekige groeven en dunne lijnen, zoals het raster 108b.

In de praktijk wordt bij een camera en/of projectiestelsel gebruik gemaakt van een afbeeldlens met een f-getal F_c van 3 of minder. Indien wordt aangenomen dat λ een waarde heeft, welke bij benadering 0,5 µm bedraagt, leidt de bovenstaande vergelijking (1) tot de voorwaarde, dat $d \leq 1{,}5$ µm. De waarde van L wordt gewoonlijk zodanig gekozen, dat men de gewenste resolutie verkrijgt. De resterende parameters kunnen worden verkregen onder gebruik van vergelijking (2), welke voor een waarde K gelijk aan 2 een f-getal F_L van de lenticulaire lens van 1,5 en een brandpuntslengte f voor de lenticulaire lens van bij benadering 2,3 L (voor een waarde van n_1 gelijk aan 1,5) vereist.

Er zijn verschillende diffractiestrookkleurfilters volgens de uitvinding vervaardigd. Men heeft goede resultaten verkregen met rasters met een lijnafstand d van 1,4 µm en lenticulaire stelsels met een periodiciteit L in het gebied van 30 - 50 µm. Zowel de rasters als de lenticulaire stelsels werden vervaardigd door het oppervlak van een uit polyvinylchloride (PVC) bestaand vel (d.w.z. waarbij $n_1 = n_2 = 1{,}54$) te drijven. Derhalve kan een diffractiestrookkleurfilter volgens de uitvinding op een veel goedkopere wijze worden vervaardigd dan een gebruikelijk van een absorptiekleurstof voorzien kleurstrookfilter.

Er worden thans kleurentelevisiecamera's voor huisgebruik, waarin kleurcodeerstrookfilters nodig zijn, ontwikkeld, waarbij ge-

bruik wordt gemaakt van een enkel fotogevoelig oppervlak van een vaste-toestands-CCD(ladingsgekoppelde inrichting)-stelsel voor beeldopname in plaats van een gebruikelijke videconbuis met een enkele bundel. Naast andere voordelen heeft een CCD-kleurentelevisiecamera het voordeel van een betrekkelijk goedkope vervaardiging (hetgeen van belang is voor een kleurentelevisiecamera voor huisgebruik).

In verband met de geringe kosten is het zeer gewenst het diffractiekleurfilter volgens de uitvinding als kleurcodeerstrookfilter van een kleurentelevisiecamera voor huisgebruik, zoals een CCD-kleurentelevisiecamera te gebruiken.

Zoals tot nu toe is beschreven (onder verwijzing naar fig.1, 2 en 3) is het diffractiekleurfilter ééndimensionaal (d.w.z. dat gebruik wordt gemaakt van een enkel diffractieraster en een cilindrisch lenticulair lensstelsel). De uitvinding omvat evenwel ook tweedimensionale diffractiekleurfilters, welke zijn voorzien van twee gescheiden in hoekrichting verplaatste diffractierasters en een tweedimensionaal lenticulair stelsel van sferische lenzen. De fig.4a en 4b tonen schematisch de ruimtelijke opstellingen van respectieve eerste en tweede uitvoeringsvormen van een tweedimensionaal diffractiekleurfilter volgens de uitvinding.

Zoals uit fig.4a blijkt, omvat het lenticulaire lensstelsel sferische lenzen, welke ruimtelijk in rijen en kolommen zijn gerangschikt en wel met een rijperiodiciteit L en een kolomperiodiciteit L. Meer in het bijzonder bevindt elke individuele sferische lens van het stelsel 400 zich in een afzonderlijk gebied van vierkante gebieden, zoals het vierkante gebied 402, waarbij de zijde van elk vierkant een lengte L heeft. Het tweedimensionale lenticulaire stelsel 400 werkt samen met een diffractiestelsel, dat twee gesuperponeerde diffractierasters 404 en 406 omvat, die beide dezelfde lijnafstand d kunnen hebben. Zoals aangegeven in fig.4a verlopen de lijnen van het diffractieraster 404 evenwijdig aan de rijen van het lenticulaire stelsel 400, terwijl de lijnen van het diffractieraster 406 evenwijdig aan de kolommen van het tweedimensionale lenticulaire stelsel 400 verlopen.Derhalve zijn de respec-

tieve diffractierasters 404 en 406 over 90° ten opzichte van elkaar in hoekrichting verschoven.

De letters A, B, C, en D in fig.4a tonen de ruimtelijke opstelling van vlekken van verschillende kleuren, die in het brandpuntsvlak van het tweedimensionale lenticulaire stelsel 400 worden gevormd. A stelt de kleur voor, welke bij de respectieve ruimtelijke posities van de nulde diffractieorde van de twee rasters wordt opgewekt, B en C stellen de kleuren voor, welke bij de respectieve ruimtelijke posities van de respectieve eerste orden van elk afzonderlijk raster van de twee rasters worden opgewekt, en D stelt de kleur voor, welke wordt opgewekt bij de respectieve ruimtelijke posities van de gemengde eerste orden van twee naast elkaar gelegen rasters.

Fig.4b toont een andere ruimtelijke opstelling van een tweedimensionaal diffractiekleurfilter. Meer in het bijzonder bevindt in het tweedimensionale lenticulaire stelsel 408 volgens fig.4b elke sferische lens zich in een afzonderlijk gebied van zeshoekige gebieden, zoals het zeshoekige gebied 410. Aangezien de zijde van elke zeshoek L is, is de periodiciteit van het tweedimensionale lenticulaire stelsel gelijk aan L. In fig.4b, omvat het diffractiestelsel twee gesuperponeerde in hoekrichting verplaatste diffractierasters 412 en 414. Zoals aangegeven in fig.4b verlopen de lijnen van het diffractieraster 410 evenwijdig aan één stel zijden en de lijnen van het diffractieraster 414 evenwijdig aan een ander stel zijden van de zeshoekige gebieden, zoals het zeshoekige gebied 410, van het tweedimensionale lenticulaire stelsel 408. Derhalve zijn de lijnen van het diffractieraster 412 in hoekrichting over 120° verschoven ten opzichte van de lijnen van het diffractieraster 414. Fig.4b toont ook de respectieve ruimtelijke posities van de kleurvlekken A, B, C en D (welke boven onder verwijzing naar fig.4a zijn besproken).

Om de in fig.4a en 4b afgebeelde tweedimensionale diffractiekleurfilters op een eenvoudige wijze te omschrijven, is aangenomen, dat K = 2 en dat d en L in alle richtingen dezelfde zijn. Het is duidelijk, dat de uitvinding ook minder symmetrische tweedimensio-

nale patronen omvat, welke het gevolg zijn van een andere keuze van d, L en K.

Wat betreft de voordelen van een diffractiekleurfilter volgens de uitvinding wordt opgemerkt, dat deze zijn (1) het filter kan in massa met geringe kosten worden vervaardigd onder gebruik van drijf- of gietmethoden; (2) het filter is zeer stabiel en verbleekt niet met de tijd of tijdens het gebruik; (3) het filter heeft een rendement van praktisch 100% bij het gebruik van licht (d.w.z. dat praktisch niets van het invallende licht wordt geabsorbeerd of gereflecteerd); (4) het filter kan uit een uitgestrekt gebied van materialen worden vervaardigd, en (5) het filter maakt het mogelijk, dat een uitgestrekt gebied van kleurpatronen wordt verkregen. Een bijzonder groot voordeel volgens de uitvinding is evenwel gelegen in het feit, dat het filter goed werkt met een afbeeldlens met een betrekkelijk gering f-getal F_c. Een afbeeldlens met een klein f-getal F_c heeft een groter lichtopzamelvermogen en derhalve een snellere optiek. In dit verband wordt gewezen op het bovengenoemde Amerikaanse octrooischrift 4.079.411, waarin is beschreven een diffractiefasefilter met golflengteafhankelijke focusseringseigenschappen voor dichtbij gelegen velden, waardoor dit filter ook als diffractiekleurfilter werkt. Het diffractiekleurfilter volgens het genoemde Amerikaanse octrooischrift 4.079.411 vereist evenwel, dat de invallende polychromatische lichtbundel wordt gecollimeerd (d.w.z., dat het f-getal van een toegepaste afbeeldlens tenminste 15 moet bedragen). Dit is ongeveer een 5- tot 10-maal groter f-getal (overeenkomende met 25 - 100 maal minder opgevangen licht) dan dat, dat bij het diffractiekleurfilter volgens de uitvinding nodig is.

Conclusies :

1. Diffractiekleurfilter voor opname in een polychromatisch-lichtafbeeldstelsel, welk stelsel is voorzien van een afbeeldlens en een fotogevoelig oppervlak, gelegen in een beeldvlak van de lens, waarbij de lens een f-getal F_c heeft, gelijk aan of groter dan een minimum f-getal F_c^{min}, en waarbij het filter is voorzien van een lenticulair lensstelsel met een lensperiodiciteit L, een brandpuntslengte f en een effectief f-getal F_L, evenredig met $\frac{f}{L}$, welk stelsel zodanig is opgesteld, dat het brandpuntsvlak daarvan in hoofdzaak samenvalt met het fotogevoelige oppervlak, gekenmerkt door een diffractiestelsel, dat in hoofdzaak dicht bij het genoemde lenticulaire lensstelsel is opgesteld en welk diffractiestelsel is voorzien van een faseraster met een vooraf bepaald rasterprofiel S(x) en een vooraf bepaalde rasterlijnafstand d, waarbij d groter is dan een bepaalde golflengte λ van het polychromatische licht, en waarbij wordt voldaan aan de onderstaande relatie:

$$F_c^{min} \geq \frac{d}{\lambda}$$

2. Subtractief diffractiefilter volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het lenticulaire lensstelsel bestaat uit een materiaal, dat een brekingsindex n_1 bezit en zich naar het brandpuntsvlak van het genoemde stelsel uitstrekt voor het verschaffen van een f-getal F_L voor het stelsel, gelijk aan f/n_1L, waarbij het diffractiestelsel bestaat uit een materiaal, dat een brekingsindex n_2 bezit, en wordt voldaan aan de onderstaande relatie:

$$F_L = \frac{d}{K\lambda}$$

3. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het rasterprofiel S(x) een bepaalde rechthoekige-golfvorm met een diepte a' en een aspectverhouding b heeft.

4. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de lijnafstand d tenminste 5 µm bedraagt en de aspectverhouding in hoofdzaak gelijk is aan 1/2, waarbij de bepaalde rechthoekige golfvorm een vierkante golfvorm is.

5. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 3, met het kenmerk,

dat de lijnafstand d aanmerkelijk kleiner is dan 5 µm en de aspectverhouding b aanmerkelijk kleiner is dan 1/2.

6. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat de aspectverhouding b een waarde heeft, waarbij in hoofdzaak verzadigde kleurtinten in het brandpuntsvlak van het stelsel optreden.

7. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat d niet meer dan 1,5 µm is, λ bij benadering 0,5 µm bedraagt, K gelijk is aan 2 en n_1 ongeveer 1,5 bedraagt.

8. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat d in hoofdzaak gelijk is aan 1,4 µm, L in het gebied van 30 - 50 µm is gelegen, K gelijk is aan 2, zowel n_1 als n_2 gelijk is aan 1,54 en het polychromatische licht uit wit licht bestaat.

9. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het lenticulaire stelsel een lineair stelsel van cilinderlenzen is en het diffractiestelsel een enkel raster omvat waarvan de lijnen in hoofdzaak evenwijdig aan de assen van de cilinderlenzen verlopen, waarbij het kleurfilter een strookkleurfilter is.

10. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 2, met het kenmerk, dat het lensstelsel een tweedimensionaal stelsel is en het diffractiestelsel twee in hoekrichting ten opzichte van elkaar verschoven fasenrasters omvat.

11. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het tweedimensionale lensstelsel een rechthoekig stelsel is en de twee in hoekrichting ten opzichte van elkaar verschoven faserasters over een hoek, welke in hoofdzaak gelijk is aan 90°, ten opzichte van elkaar zijn georiënteerd.

12. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het tweedimensionale lensstelsel uit een zeshoekig stelsel bestaat en de twee in hoekrichting ten opzichte van elkaar verschoven faserasters onder een hoek, welke in hoofdzaak 120° bedraagt, ten opzichte van elkaar zijn georiënteerd.

13. Diffractiekleurfilter volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het lensstelsel en het diffractiestelsel uit gedreven kunststofmateriaal bestaan.

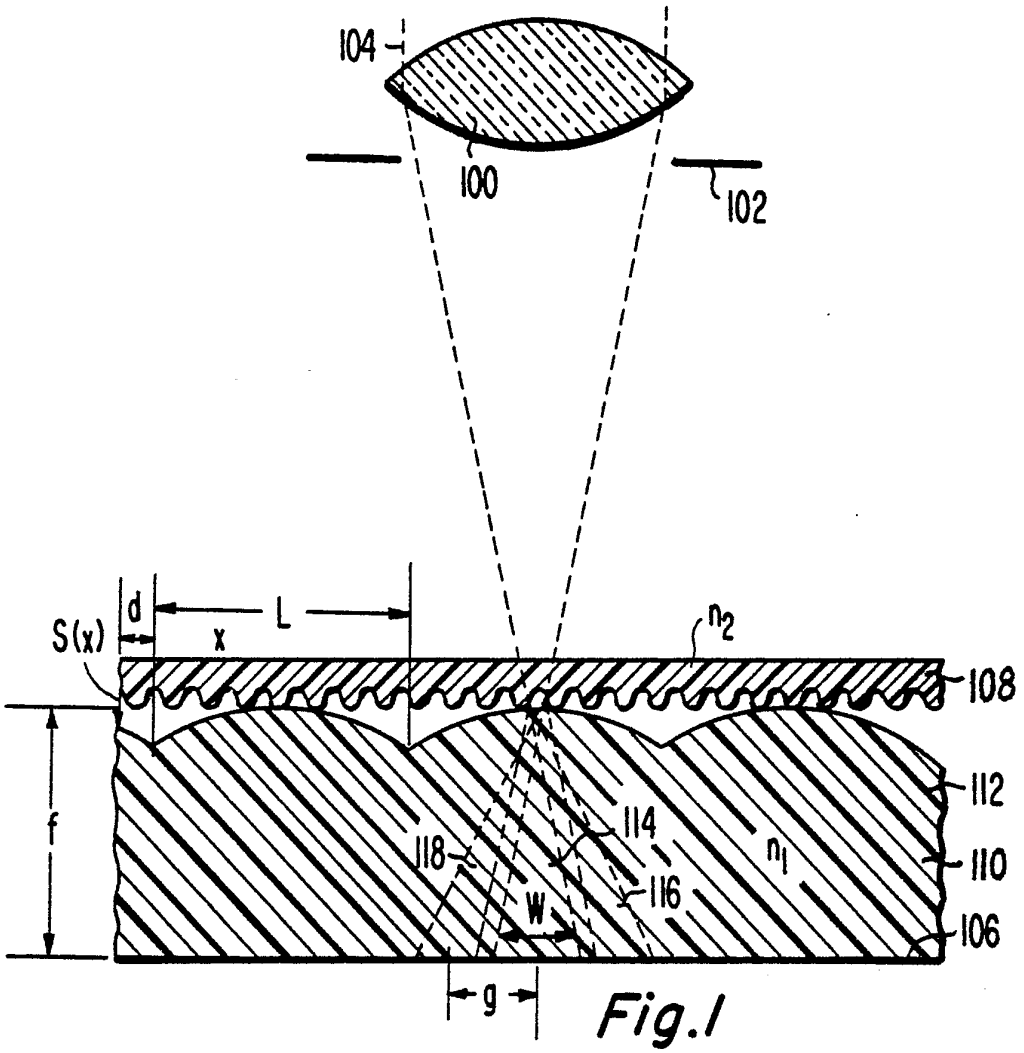


Fig.1

Fig.2

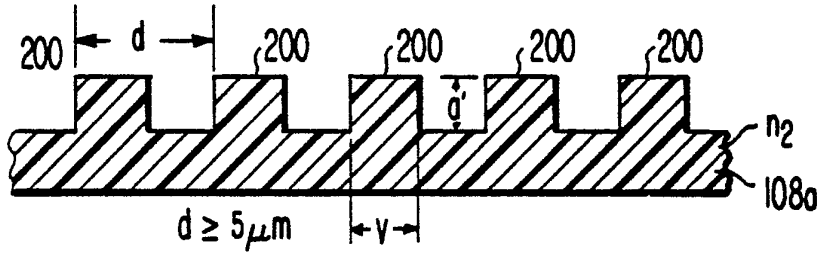
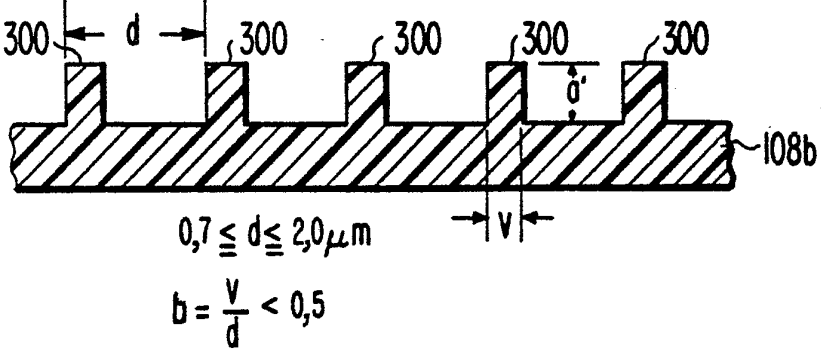


Fig.3



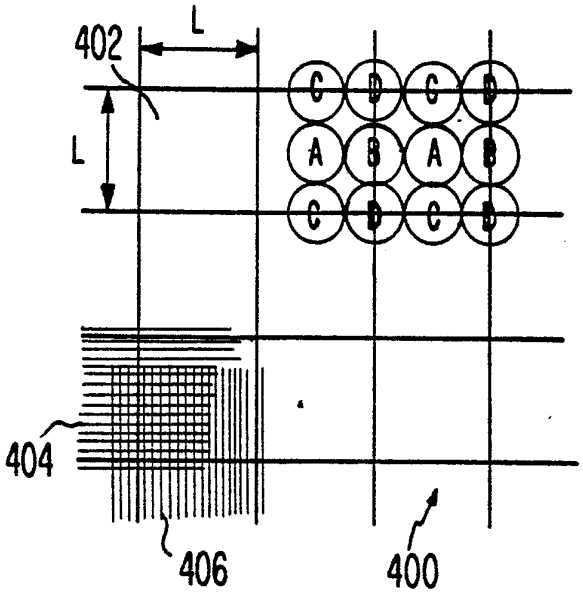


Fig.4a

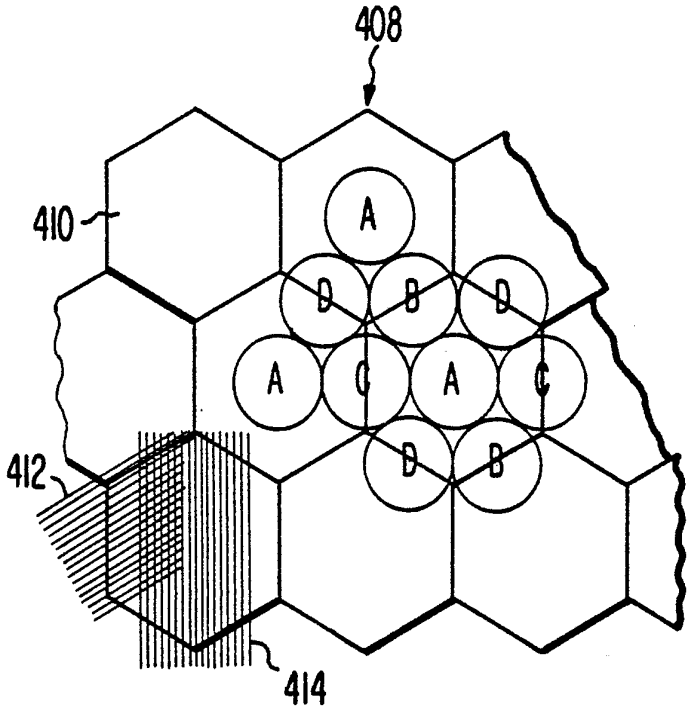


Fig.4b