(19)

SUOMI - FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 801047 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS**
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 801047

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
G03B 33/10
G02B 27/44
H04N 9/07

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **02.04.1980**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **02.04.1980**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **01.01.1981**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

09.04.1979 US 028,368

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **RCA Corporation,** 30 Rockefeller Plaza, New York, NY 10020, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Knop, Karl Heinrich,** TOWN UNKNOWN, SVEITSI, (CH)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention
Diffraktiovärisuodatin.
Diffraktionsfärgfilter.

RCA Corporation, 30 Rockefeller Plaza, New York, N.Y., 10022, Yhdysvallat

Diffraktiovärisuodatin - Diffraktionsfärgfilter

Tämä keksintö liittyy värisuodattimiin ja lähemmin valontaipumiseen (diffraktioon) perustuvaan värisuodattimeen käytettäväksi polykromaattista valoa käyttävässä kuvausjärjestelmässä, joka sisältää kuvan muodostavan linssin ja linssin kuvatasossa sijaitsevan valonherkän pinnan.

Värisuodattimia käytetään muun muassa värivalokuvauksessa ja väritelevisiokameroissa. Tavallisesti värisuodattimet kootaan absorboivista väriaineista tai värierottelupeileistä. Aivan äskettäin on kehitetty diffraktioon perustuvia värisuodattimia. Esimerkkejä diffraktiovärisuodattimista on esitetty yhdysvaltalaisessa patentissa 3 957 354, joka on julkaistu, yhdysvaltalaisessa patentissa 4 079 411, joka on julkaistu maaliskuun 14 päivänä 1978 ja yhdysvaltalaisessa patentissa 4 130 347, joka on julkaistu joulukuun 19 päivänä 1978.

Suhteellisen kalliita väritelevisiokameroita, jotka käsittävät ainakin kolme kameraputkea, käytetään tavallisesti televisio-

lähetystarkoituksiin. Kuitenkin halvempi yksikameraputkinen väritelevisokamera, jonka Kell on kehittänyt on esitetty yhdysvaltalaisessa patentissa 2 733 291, joka on julkaistu tammikuun 31 päivänä 1956. Tämä yksikameraputkinen väritelevisiokamera käyttää optista järjestelmää, joka sisältää avaruussuodattimen ja absorboivasta väriaineesta valmistetun värik-odausraitasuodattimen tämän yhden kameraputken valonherkän pinnan valaisemiseksi kuvalla kohteesta, jota valaistaan polykromaattisella (esim. valkoisella) valolla. Värisuodatin sisältää ainakin kaksi väriraitajoukkoa kunkin vastatessa eri perusväriä. Kunkin väriraitajoukon avaruusrakenne kameraputken eletronisuihkun pyyhkäisysuuntaan nähden on sellainen, että se synnyttää erilliset värimoduloidut kantoaallot kullekin värille valotiheyssignaalin lisäksi. Väriraitasuodattimen avaruusperustaajuuksien avaruusyliaallot ja keskinäismodulaatiotulokset pyrkivät synnyttämään ei-toivottavaa värien häipymistä, Moiren-kuvioita ja värien huojuntaa. Kameraputken optisen järjestelmän avaruussuodatin toimii alipäästösuodattimena absorboivasta väriaineesta tehdyn väriraitasuodattimen ei-toivottujen vaikutusten vähentämiseksi.

Tunnettu tekniikka käyttää vielä tänään oleellisesti samaa absorboivasta väriaineesta tehtyä värikoodausraitasuodatinta kuin on esitetty Kellin yhden kameraputken televisiokameroissa. Kuitenkin värikoodausraitasuodattimien kanssa käytettävän avaruussuodattimen rakenne on kehittynyt ajan myötä. Esimerkiksi yhdysvaltalainen patentti 3 940 788, joka on julkaistu helmikuun 24 päivänä 1976, esittää yhden kameraputken värikameran avaruussuodattimen, joka käsittää vaihehilan ja linssin, jotka on suunnattu toisiinsa ja tavanomaiseen absorboivasta aineesta tehtyyn värikoodiraitasuodattimeen nähden värien häipymisen, Moiren kuvioiden ja värien huojunnan vähentämiseksi.

Esillä oleva keksintö poistaa kokonaan tarpeen minkään tyyppiseen absorboivasta väriaineesta tehtyyn värisuodattimeen sekä erilliseen avaruussuodattimeen yhden kameraputken väritelevisiokameraan optisessa järjestelmässä. Sen sijaan esillä oleva keksintö kohdistuu diffraktioon perustuvaan värisuodattimeen, jossa värisuodatin itse (ei absorboivasta väriaineesta tehdyn värikoordisuodattimen yhteydessä käytetty avaruussuodatin) koostuu linssi-

ryhmästä ja vaihehilasta.

Erityisesti, esillä oleva keksintö kohdistuu diffraktiovärisuodattimeen käytettäväksi polykromaattisella valolla toimivassa kuivausjärjestelmässä, joka sisältää kuvalinssin ja linssin kuvatasossa sijaitsevan valonherkän pinnan. Linssilla on f-luku, F_c, joka on suurempi tai yhtä suuri kuin pienin f-luku F_c^{min}. Suodatin itse käsittää linssiryhmän, joka koostuu aineesta, jonka taitekerroin on n_1. Ryhmän linssien jakso on L ja polttoväli f aineessa, jonka taitekerroin on n_1. Edelleen ryhmä on sovitettu sijaitsemaan siten, että sen polttotaso sattuu olennaisesti osaltaan yhteen valonherkän pinnan kanssa.

Keksinnön mukaisesti värisuodatin sisältää myös diffraktiorakenteen, joka sijaitsee ryhmän läheisyydessä. Diffraktiorakenne koostuu aineesta, jonka taitekerroin on n_2. Edelleen diffraktiorakenne sisältää vaihehilan, jolla on ennalta määrätty hilaprofiili S(x) ja hilaviivaetäisyys d, missä d on suurempi kuin tietty polykromaattisen valon aallonpituus λ. Lopuksi diffraktioon perustuvan värisuodattimen ja sitä varten suunnitellun polykromaattisella valolla toimivan kuvausjärjestelmän edellä määriteltyjen parametrien välillä vallitsevat seuraavat suhteet:

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

Jos yllä kuvatussa nyt keksityssä suodattimessa linssiryhmän aine ulottuu ryhmän polttotasoon antaen ryhmälle f-luvun f_c, joka on yhtä suuri kuin f/nlL, silloin vallitsee seuraava yhtäläisyys:

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

missä K on ykköstä suurempi kokonaisluku.

Piirustuksissa:

kuvio 1 on kaavakuva esillä olevan keksinnön mukaisen diffraktioon perustuvan värisuodattimen eräästä suoritusmuodosta;

Kuvio 2 havainnollistaa neliöaallon muotoista läpäisevää vaihehilaa, jonka sivusuhde on puoli;

kuvio 3 havainnollistaa suorakaideaallon muotoista läpäisevää vaihehilaa, jonka sivusuhde on pienempi kuin puoli, ja

kuviot 4a ja 4b havainnollistavat esillä olevan keksinnön periaatteita käyttävän kaksiulotteisen, diffraktiovärisuodattimen vastaavia suoritusmuotoja.

Viitaten kuvioon 1 on siinä esitetty kuvausjärjestelmä, joka sisältää kuvalinssin 100, jonka tehollisen aukon määrittää himmennin 102. Polykromaattisen (esim. valkoisen) valon säde 104 valaistusta kohteesta (ei esitetty) kuvataan kuvalinssilla 100 valonherkälle pinnalle 106, joka sijaitsee linssin 100 kuvatasossa. Esimerkiksi valonherkkä pinta 106 voi olla valokemiallinen (esim. valoemulsio tai valolla karkaistuva aine), valosähköinen (esim. vidikoniputken valokatodi), valoelektrolyyttinen tai valojohtava. Joka tapauksessa valonherkän pinnan 106 jokaisen alkeisalueen vaste on tuolle alkeisalueelle lankeavan valon voimakkuuden mukainen. Diffraktiohila 108 ja sylinterimäisten linssien 112 muodostama linssiryhmä 110 sisältävät esillä olevan keksinnön mukaisen diffraktiovärisuodattimen, erään suoritusmuodon. Linssiryhmä 110 voi käsittää läpinäkyvän muovin, jonka taitekerroinon n_1 ja jonka yläpinnalle on muodostettu linssejä 112 (esimerkiksi kuumapainannalla). Linssiryhmän 110 linssien 112 jakso on L ja linssiryhmällä 110 on paksuus, joka on yhtä suuri kuin kunkin linssin 112 polttoväli. Linssiryhmän 110 alapinta sattuu oleelliselta osalta yhteen valonherkän pinnan 106 kanssa. Täten valonherkkä pinta 106 sattuu yhteen linssiryhmän 110 polttotason kanssa. Diffraktiohila 108 on vaihehila, joka voi käsittää n_2-taitekertoimisen läpinäkyvän muovilevyn alapintaan uurretun pintakaiverruskuvion. Taitekertoimet n_1 ja n_2 voivat olla keskenään samat tai vaihtoehtoisesti ne voivat erota toisistaan. Diffraktiohilalla 108 on viivaetäisyys d, joka on suuri suhteessa polykromattisen valon 104 aallonpituuteen λ, mutta joka on pieni suhteessa linssiryhmän 110 linssien jaksoon L. Hilan 108 jokaisella difraktiojaksolla on sama tietty ennaltamäärätty aaltomuotoprofiili S8x).

Kuviossa 1 esitettyä optista asetelmaa voidaan muunnella eri tavoin sen esittäessä silti edelleen samaa ajatusta. Esimerkiksi

voidaan pitää parempana valita linssiryhmä, jonka paksuus on pienempi kuin sen polttoväli. Polttotaso vielä sattuisi yhteen kuvatason ja valonherkän pinnan kanssa. Kaavoja on muutettava ottamaan huomioon, että vain osa kunkin eri kertaluokan valon optisista radoista (esim. 114, 116 ja 118) olisi enää väliaineessa, jonka taitekerroin on n_1, kun taas loput optisista radoista olisivat ilmassa, jonka taitekerroin on ykkönen. Myös linssiryhmän ja hilan keskinäistä asemaa voitaisiin vaihtaa tai jopa yhdistää ne yhdeksi pinnaksi.

Diffraktiohila 108 vaikuttaa valonsäteeseen 104, joka tunkeutuu diffraktiohilaan 108 läpäistyään kuvalinssin 100, taivuttaen valon, joka saapuu ryhmän 110 kuhunkin vastaavaan linssiin 112, nolla-kertaluvun diffraktioon, kuten esimerkiksi nolla-kertaluvun diffraktio 114, ja korkeamman kertaluvun diffraktioon, kuten esimerkiksi ensimmäinen positiivisen kertaluvun diffraktio 116 ja ensimmäinen negatiivisen kertaluvun diffraktio 118. Kuviossa 1 kunkin valonherkälle pinnalle 106 laukeavan kertaluvun diffraktion leveys on W. Edelleen kahden vierekkäisen kertaluvun diffraktion vastaavien keskustojen välinen etäisyys, kuten esimerkiksi etäisyys joko ensimmäisen kertaluvun diffraktion 116 tai 118 ja nolla-kertaluvun diffraktion 114 välillä valonherkällä pinnalla 106, on g. Vastaavan nolla-kertaluvun kuvion ja jokaisen korkeamman kertaluvun kuvion päällekkäin osumisen estämiseksi vaaditaan, että $W \leqq g$.

Jos kuvalinssin 100 f-luku on F_c, pätee seuraava verranto

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

Kuitenkin diffraktioteorian mukaan voidaan osoittaa, että

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

Sen tähden yhdistämällä yhtälöt (3) ja (4), $W \leqq g$ niin kauan kuin $F_c \geqq F_c^{min}$ siten, että $F_c^{min} = \frac{d}{\lambda}$ (kuten yhtälössä (1) edellä on esitetty).

Linssiryhmän 110 kunkin yksittäisen linssin 112 synnyttämä diffraktiokuvio toistuu etäisyyden L kuluttua, joten erillisten linssien 112 eri kertaluvun diffraktiot asettuvat toitensa päälle. Erityisesti kunkin yksittäisen linssin 112 K:nnen kertaluvun fiddraktio (missä K on jokin tietty ykköstä suurempi kokonaisluku) sattuu sen viereisen linssin nollakertaluvun diffraktion päälle. Kvantitatiivisemmin

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

Kuitenkin (olettaen, että linssiryhmän 110 alapinta ulottuu sen polttotasoon, kuten kuviossa 1 on esitetty) linssiryhmän 110 f-luku F_L määräytyy seuraavasti:

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

Sijoittamalla yhtälöt (4) ja (5) yhtälöön (6) saadaan yllä-oleva yhtälö (2) nimittäin

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

Jos linssiryhmän alapinta ei ulottuisi kokonaisuudessaan sen polttotasoon, tehollinen f-luku F_L olisi yhä verrannollinen suhteeseen $\frac{f}{L}$, mutta verrannollisuusvakio olisi mutkikkaampi kuin $\frac{1}{n_1}$. Erityisesti tehollinen verrannollisuusvakio olisi laskettava taittumislain avulla ottaen huomioon, että osalla eri kertalukujen diffraktioiden optisista radoista, (esim. 114, 116 ja 118) on taitekerroin $\frac{1}{n}$ ja lopuilla on erilainen, taitekerroin, kuten esimerkiksi ilmalle ykkönen.

Sylinterimäisten linssien muodostama linssiryhmä aiheuttaa, että värikuvio joka syntyy linssiryhmän 110 polttotasoon valonherkälle pinnalle 106, käsittää erilaisia rinnakkaisia väriraitoja. Yleensä väriraidat jakautuvat toistuviin raitaryhmiin jokaisen ryhmän käsittäessä K erilaista väriraitaa. Kuiteniin erikoistapauksessa, jossa diffraktiohilan profiili on symmetrinen (so. S(x) = S(-x), jokainen toistuva raitaryhmä koostuu vain (1 + kokonaisosa K/2:sta) erilaisesta väriraidasta.

Kunkin vastaavan raidan värin määrää diffraktiohilan 108 eri kertaluvun diffraktioiden optinen läpäisykyky. Tämä optinen läpäisykyky riippuu tietystä diffraktiohilan profiilista S(x) ja diffraktiohilan 108 taitekertoimesta n_2. Erityisesti karkeille hiloille (missä d on paljon suurempi kuin λ) voidaan käyttää Kirchhoff - Huygensin approksimaation mukaista yksinkertaistettua diffraktioteoriaa määrittämään hilan diffraktioteho valon aallonpituuden funktiona kullekin päällekkäin eri kertaluvun diffraktiolle, joka on osallisena väriraitaan. Sitten summaamalla kunkin väriraidan muodostavien päällekkäisten diffraktioluokkien vastaavat diffraktiotehot voidaan laskea kunkin K.n väriraidan värisävy. Tässä suhteessa on ymmärrettävä, että kulmadispersion johdosta kaikilla paitsi nolla-kertaluvun diffraktiolla väri muuttuu hieman kunkin yksittäisen raidan reunoilla. Kuitenkin jokaista yksittäisestä raidasta lasketaan keskimääräinen väri leveydeltä W. Viitataan edellä mainittuun yhdysvaltalaiseen patenttiin 3 957 354, jossa esitetään, kuinka diffraktioteho valon aallonpituuden funktiona lasketaan erilaisille diffraktiohilan diffraktioluokille käyttäen yksinkertaistetun diffraktioteorian Kirchhoffin kaavan mukaisia yhtälöitä.

Diffraktiohilan 108 jokaisella viivavälin jaksolla voi olla mikä tahansa profiilimuoto, jota profiilimuotoa esitetään jollakin tietyllä funktiolla S(x). Kuitenkin on profiilien luokka, joka on erityisen sopiva synnyttämään hyviä värejä, kuten edellä mainitussa yhdysvaltaisesssa patentissa 3 957 354 on esitetty. Nämä ovat kaikki askelfunktioprofiileja, joissa on pystysuorat seinät ja tasaiset pohjat, jotka kaikki ovat samassa kulmassa tulevaan valoon nähden. Erästä erityisesimerkkiä neliöaaltoprofiilia, joka on esitetty kuviossa 2 tarkastellaan yksityiskohtaisesti alempana. Profiilit, jotka vähemmän menestyksellisesti synnyttävät hyviä värejä, mutta joita esillä oleva keksintö vielä tarkastelee, ovat kaikki jatkuvat profiilit kuten esimerkiksi siniaaltoprofiili.

Kuviossa 2 esitettynä on kuvion 1 mukaisen diffraktiohilan 108 ensimmäinen ensimmäinen suoritusmuoto 108a. Diffraktiohila 108a on karkea (viivaetäisyys d on suurempi tai yhtä suuri kuin 5 mm) neliöaaltovaihehila, joka koostuu aineesta, jonka taitekerroin n_2 on suurempi kuin sen ympäristön (joka ympäristö on tavallisesti ilmaa, jolla taitekerroin on ykkönen). Neliöaaltoprofiili

muodostuu tasavälein sijoitetuista ulkonemista 200, joista jokaisen leveys on v ja syvyys a'. Neliöaaltoprofiilihilan 108a sivusuhde b (yhtä kuin $\frac{v}{d}$) on puoli. Sen tähden neliöaaltoprofiilihilalla 108a on profiili S(x), jonka avaruusyhtälöt (7) määrittävät:

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

Koska neliöaaltoprofiilihila 108a on karkea hila ($d \geq 5\mu m$) yksinkertaistetun diffraktioteorian mukaisia Kirchhoffin kaavayhtälöitä voidaan käyttää määrittämään nollakertaluvun diffraktion ja yhden tai useamman korkeamman kertaluvun diffraktion vastaavat diffraktiotehot. Jos oletetaan, että ykköstä suuremmalla kokonaisluvulla K onarvo 2 (jolloin jokainen toistuva ryhmä käsittää kaksi erilaista väriraitaa), vastaavat optiset läpäisysuhteet $t_1(\lambda)$ ja $t_2(\lambda)$, jotka määrittävät nämä erilaiset värit, voidaan osoittaa olevan:

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

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

$t_1(\lambda)$ ja $t_2(\lambda)$ esittävät kirkkaita ja kyllästyneitä komplementtivärejä arvoilla $a'(n_2-1)$ alueella 500-1700 nm.

Viitataan edellä mainittuun yhdysvaltalaiseen patenttiin 4 139 347, joka kohdistuu hienoviivaisiin diffraktiovärisuodattimiin (joilla viivojen etäisyydet d ovat välillä 0,7 ja 2,0 µm). Kuten patentissa 4 130 347 on osoitettu, täytyy hyvien värien saamiseksi hienoviivaisella diffraktiosuodattimella käyttää täsmällistä diffraktioteoriaa (joka ottaa huomioon, että valo on Maxwellin yhtälöiden määrittelemää sähkömagneettista aaltoliikettä) sopivien arvojen määräämiseksi suorakaideaaltoprofiilin syvyydelle a' ja sivusuhteelle b. Erityisesti kuten kuviossa 3 on esitetty,

kun diffraktiohilan 108b viivojen välimatka d on välillä 0,7 ja 2.0 um, jokaisen ulkoneman 300 leveys v tehdään huomattavasti pienemmäksi kuin puolet viivojen etäisyydestä d. Sen tähden hilan 10b sivusuhde b on huomattavasti pienempi kuin puoli. Kuten edellä mainitussa yhdysvaltalaisessa patentissa 4 130 347 on esitetty, eri kertaluvun diffraktioiden diffraktiotehot ovat kuitenkin vielä suuresti riippuvaisia aallonpituudesta ja täten hyviä värejä saadaan vielä hienoviivaisilla suorakaideurahiloilla kuten esimerkiksi hilalla 108b.

Käytännössä tyypillinen kamera- ja/tai projisointijärjestelmä käyttää kuvalinssiä, jonka f-luku Fc on kolme tai pienempi. Jos λ:n arvon oletetaan olevan likimain 0,5 um yhtälö (1) edellä johtaa ehtoon, että $d \leq 1{,}5$ µm.

Arvo L valitaan tavallisesti antamaan haluttu erottelutarkkuus. Jäljelle jäävät parametrit voidaan saada käyttämällä yhtälöä (2) joka K.n arvolla 2 vaatii linssin f-luvulle F_L arvon 1,5 ja linssin polttoväliksi likimain 2,3 L (n_1:n tyypillisellä arvolla 1,5).

Useita diffraktioraitavärisuodattimia on valmistettu käyttäen hyväksi esillä olevan keksinnön oppeja. Hyviä tuloksia saatiin hiloilla, joiden viivojen etäisyys d oli 1,4 um ja linssiryhmillä, joiden jakso oli alueella 30-50 um. Sekä hilat että linssiryhmät oli valmsitettu pakottamalla polyvinyylikloridimuovisen (PVC) levyn (so. $n_1 = n_2 = 1{,}54$) pintaa. Täten diffraktioväriraitasuodatin, joka käyttää hyväksi esillä olevan keksinnön periaatteita, voidaan valmistaa paljon alhaisemmin kustannuksin kuin tavanomainen absorboivasta väriaineesta tehty väriraitasuodatin.

Nyt ollaan kehittämässä kotikäyttöön tarkoiettuja väritelevioskameroita, jotka vaativat värikoodausraitasuoattimen ja jotka käyttävät mieluummin puolijohde-CCD-ryhmän (varauksensiirtorekisteri) yksinkertaista valonherkkää pintaa kuvan kuvaamiseen kuin tavanomaista yksisuihkuista vidikoniputkea. Muiden etujen joukossa CCD-väritelevisiokameralla on suhteellisen huokean valmistuksen mahdollisuus (mikä on tärkeää kotikäyttöön tarkoitetulle väritelevisiokameralle). Alhaisten kustannustensa johdosta on hyvin toivottavaa käyttää esilläolevan keksinnön mukaista diffraktiovärisuodatinta kotikäyttöön tarkoitetun väri-TV-kameran, kuten esimer-

kiksi CCD-väritelevisokameran värikoodausraitasuodattimena.

Kuten tähän asti on selostettu (kuvioiden 1, 2 ja 3 yhteydessä) diffraktiovärisuofatin on yksiulotteinen (ts. käyttää yksinkertaista diffraktiohilaa ja sylinterimäistä linssiryhmää). Kuitenkin esillä oleva keksintö tarkastelee myös kaksiulotteisia diffraktiovärisuofattimia, jotka sisältävät kaksi erillistä kulmittain sijoitettua diffraktiohilaa ja pallomaisten linssien muodostaman kaksiulotteisen linssiryhmän. Kuviot 4a ja 4b kaavamaisesti havainnollistavat esillä olevan keksinnön periaatteita käyttävän kaksiulotteisen diffraktiovärisuofattimen vastaavien ensimmäisen ja toisen suoritusmuodon avaruusrakenteita.

Viitaten kuvioon 4a linssiryhmä sisältää pallomaisia linssejä, jotka on avaruudellisesti järjestetty riveiksi ja sarakkeiksi rivijaksolla L ja sarakejaksolla L. Erityisesti ryhmän 400 kukin itsenäinen pallolinssi sijaitsee erillisen neliömäisen alueen sisällä, kuten esimerkiksi neliö 402, kunkin neliön sivun ollessa pituudeltaan L. Kaksiulotteinen linssiryhmä 400 toimii yhdessä diffraktiorakenteen kanssa, joka käsittää kaksi päällekkäistä diffraktiohilaa 404 ja 406, joilla kummallakin voi olla sama viivaetäisyys d. Kuten kuviossa 4a on esitetty diffraktiohilan 404 viivat asettuvat yhdensuuntaisesti linssiryhmän 400 rivien kanssa, kun taas diffraktiohilan 406 juovat asettuvat yhdensuuntaisesti kaksiulotteisen linssiryhmän 400 sarakkeiden kanssa. Sen tähden vastaavat diffraktiohilat 404 ja 406 sijaitsevat toisiinsa nähden 90^{o}:n kulmassa.

Kirjaimet A, B, C ja D kuviossa 4a esittävät kaksiulotteisen linssiryhmän 400 polttotasoon syntyvien eri väripisteiden avaruusrakennetta. A edustaa väriä, joka syntyy kahden hilan nollakertaluvun diffraktioiden vastaaviin avaruuspaikkoihin, B ja C edustavat värejä, jotka syntyvät kahden yksittäisen hilan vastaavia ensimmäisiä kertalukuja vastaaviin avaruuspaikkoihin ja D edustaa väriä, joka syntyy kahden vierekkäisen hilan sekoittuja ensimmäisiä kertalukuja vastaaviin avaruuspaikkoihin.

Kuvio 4b havainnollistaa toista kaksiulotteisen diffraktiovärisuofattimen avaruusrakennetta. Erityisesti kuvion 4b mukaisessa kaksiulotteisessa linssiryhmässä 408 kukin pallolinssi sijaitsee erillisen kuusion alueella kuten esimerkiksi kuusioalue 410.

Koska jokaisen kuusion sivu on L, kaksiulotteisen linssiryhmän jakso on L. Kuviossa 4b diffraktiorakenne käsittää kaksi päällekkäistä kulmittain sijaitsevaa diffraktiohilaa 412 ja 414. Kuten kuviossa 4b on esitetty diffraktiohilan 412 juovat asettuvat yhdensuuntaisesti yhden sivuparin kanssa ja diffraktiohilan 414 juovat asettuvat yhdensuuntaisesti kuusion, kuten esimerkiksi kuusion 410, toisen sivuparin kanssa kaksiulotteisessa linssiryhmässä 408. Täten diffraktiohilan 412 viivat ovat 120°:a kulmassa diffraktiohilan 414 viivoihin nähden. Kuvio 4b esittää väripisteiden A, B, C ja D (tarkasteltu edellä kuvion 4a yhteydessä) vastaavia avaruuspaikkoja.

Yksinkertaisuuden vuoksi selostettaessa kuvioissa 4a ja 4b esitettyjä kaksiulotteisia värisuofattimia on oletettu että K=2 ja että d ja L ovat samoja kaikkiin suuntiin. On ymmärrettävä, että esillä oleva keksintö tarkastelee vähemmän symmetrisiä kaksiulotteisia kuvioita, jotka johtuvat erilaisisesta d:n, L:n ja K:n valinnasta.

Esillä olevan keksinnön mukaisen diffraktiovärisuofattimen etuina ovat: (1) sitä voidaan valmistaa joukkotuotannossa alhaisin kustannuksin käyttäen pakotus- tai valutekniikkaa; (2) se on hyvin pysyvä eikä vaalene ajan tai käytön mukana; (3) sen hyötysuhde on käytännöllisesti katsoen 100 % valon käsittelyssä (tuskin yhtään tulevasta valosta absorboituu tai heijastuu); (4) sen valmistusmateriaali voi vaihdella laajoissa rajoissa, ja (5) se sallii värikuvioiden tuottamisen laajoissa rajoissa. Kuitenkin esillä olevan keksinnön eräs erityisen huomionarvoinen etu on se tosiasia, että se toimii hyvin sellaisen kuvalinssin kanssa, jolla on suhteellisen pieni f-luku F_C. Pienen f-luvun F_C omaava kuvalinssi antaa enemmän valonkokoamisvoimaa ja täten nopeamman optiikan. Tässä suhteessa viitataan edellä mainittuun yhdysvaltalaiseen patenttiin 4 079 411, joka esittää diffraktiovaihesuodattimen, jolla on lähialueella aallonpituudesta riippuvia tarkennusominaisuuksia mikä saa sen myös toimimaan diffraktiovärisuofattimena. Kuitenkin edellä mainitun yhdysvaltalaisen patentin 4 079 411 mukainen diffraktiovärisuofatin vaatii, että tuleva polykromaattinen valonsädekimppu on kollimoitava (ts. jokaisen käytettävän kuvalinssin f-luvun täytyy olla vähintään viisitoista). Tämä on noin 5-10 kertaa

suurempi f-luku (vastaten 25-100 kertaa vähemmän koottua valoa) kuin mitä tarvitaan esillä olevan keksinnön mukaisella diffraktio-värisuofattimella.

Patenttivaatimukset:

1. Polykromaattista valoa käyttävään kuvausjärjestelmään sisältyvä diffraktiovärisuodatin (kuvio 1), missä järjestelmä sisältää myös kuvalinssin (100) ja valonherkän pinnan (106), joka sijaitsee linssin kuvatasossa; missä linssin f-luku F_c on yhtäsuuri tai suurempi kuin pienin f-luku F_c^{min} ; ja missä suodatin käsittää linssiryhmän (100), jonak linssien jakso on L, polttoväli f ja tehollinen f-luku F_L, joka on verrannollinen suhteeseen $\frac{f}{L}$, ryhmän polttotason sattuessa olennaiselta osaltaan yhteen valonherkän pinnan kanssa, t u n n e t t u siitä, että siinä on diffraktiorakenne, joka sijaitsee olennaiselta osaltaan ryhmän läheisyydessä diffraktiorakenteen sisältäessä vaihehilan, jolla on ennalta määrätty hilaprofiili S(x) ja hilaviivojen väli d, missä d on suurempi kuin polykromaattisen valon tietty aallonpituus ; ja jossa on voimassa seuraava verranto:

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

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen substraktiivinen diffraktiosuodatin, t u n n e t t u siitä, että linssiryhmä muodostuu aineesta, jonka taitekerroin on n_1, ja joka ulottuu ryhmän polttotasoon antaen ryhmälle f-luvun F_L, joka on yhtä kuin f/n_1L; että diffraktiorakenne muodostuu aineesta, jonka taitekerroin on n_2; ja että seuraava lisäverranto on voimassa:

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

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että hilaprofiililla S(x) on tietty suorakaideaallon muoto syvyydeltään a' ja sivusuhteeltaan b.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että viivojen väli d on ainakin viisi mikrometriä ja sivusuhde on oleellisesti puoli, jolloin tietty suorakaideaaltomuoto on neliöaaltomuoto.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että viivojen väli d on oleellisesti alle viiden mikrometrin ja sivusuhde b on oleellisesti pienempi kuin puoli.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että sivusuhteella b on se arvo, joka synnyttää oleellisesti kylläisiä värisävyjä mainitun ryhmän polttotasoon.

7. Patenttivaatimuksen 3 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että d ei ole suurempi kuin 1,5 mikrometriä, on likimain 0,5 mikrometriä, K on yhtä kuin kaksi ja n_1 on noin 1,5.

8. Patenttivaatimuksen 3 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että d on oleellisesti 1,4 mikrometriä, L on alueella 30-50 mikrometriä, K on yhtä kuin kaksi, sekä n_1 että n_2 ovat yhtä kuin 1,54 ja polykromaattinen valo on valkoista valoa.

9. Patenttivaatimuksen 2 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että ryhmä on sylinterimäisten linssien lineaarinen ryhmä ja että diffraktiorakenne sisältää yksinkertaisen hilan, jonka viivat asettuvat yhdensuuntaisesti sylinterimäisten linssien akselien kanssa, jolloin värisuodatin on raitavärisuodatin.

10. Patenttivaatimuksen 2 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että ryhmä on kaksiulotteinen ryhmä ja että diffraktiorakenne käsittää kaksi kulmittain sijaitsevaa vaihehilaa.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että kaksiulotteinen ryhmä on suorakulmioryhmä ja että mainitut kaksi kulmittain sijaitsevaa vaihehilaa asettuvat oleellisesti yhdeksänkymmenen asteen kulmaan toisiinsa nähden.

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että kaksiulotteinen ryhmä on kuusioryhmä ja että mainitut kaksi kulmittain sijaitsevaa vaihehilaa asettuvat oleellisesti sadankahdenkymmenen asteen kulmaan toisiinsa nähden.

13. Patenttivaatimuksen 2 mukainen diffraktiovärisuodatin, t u n n e t t u siitä, että ryhmä ja diffraktiorakenne koostuvat pakotetusta muoviaineesta.

Patentkrav

1. Diffraktivt färgfilter för en med polykromatiskt ljus arbetande avbildningsanläggning, vilken innefattar en avbildningslins (100) och en ljuskänslig yta (106) belägen i linsens avbildningsplan, varvid linsen har ett minimibländaretal F_c^{min}, varjämte filtret innefattar ett linsgrupparrangemang (110) med linsperiodiciteten L, brännvidden f och ett effektivt bländaretal F_L som är proportionellt mot f/L, varvid linsgrupparrangemanget har sitt fokalplan beläget i huvudsak sammanfallande med den ljuskänsliga ytan, k ä n n e t e c k n a t av att ett diffraktionsorgan (108), som är beläget i allt väsentligt i omedelbar närhet av linsgrupparrangemanget, uppvisar ett fasgitter med förutbestämd gitterprofil S(x) och förutbestämt linjeavstånd d, där d är större än en viss våglängd λ hos det polykromatiska ljuset, varjämte relation $F_c^{min} = d/\lambda$ gäller.

2. Färgfilter enligt kravet 1, k ä n n e t e c k n a t av att linsgrupparrangemanget (110) består av ett material som har brytningsindexet n_1 och som sträcker sig till arrangemangets fokalplan i syfte att ge ett bländaretal F_L för linsgrupparrangemanget lika med f/n_1L; att diffraktionsorganet består av ett material med brytningsindexet n_2; och att relationen $F_L = d/K\lambda$ gäller.

3. Färgfilter enligt kravet 2, k ä n n e t e c k n a t av att gitterprofilen S(x) har rektangelvågform med djupet a' och förhållandet b mellan rektangelutsprångens bredd och dessas mitt-till-mittavstånd.

4. Färgfilter enligt kravet 3, k ä n n e t e c k n a t av att linjetätheten d är minst 5 μm, och att nämnda förhållande b är i huvudsak ½, varvid rektangelvågformen således är fyrkantvågformad.

5. Färgfilter enligt kravet 3, k ä n n e t e c k n a t av att linjeavståndet d är väsentligt mindre än 5 μm, och att nämnda förhållande b är väsentligt mindre än ½.

6. Färgfilter enligt kravet 5, k ä n n e t e c k n a t av att nämnda förhållande b har ett värde som alstrar väsentligen mättade färgtoner i linsgrupparrangemangets fokalplan.

7. Färgfilter enligt kravet 3, k ä n n e t e c k n a t av att linjeavståndet d ej är större än 6 μm, att våglängden λ är approximativt 0,5 μm, att K är lika med två och att linsgruppmaterialets brytningsindex n_1 är omkring 1,5.

8. Färgfilter enligt kravet 3, k ä n n e t e c k n a t av att linjeavståndet d är väsentligen 1,4 µm, att linsperiodiciteten L ligger inom området 30-50 µm, att K är lika med två, att linsgruppmaterialets och diffraktionsmaterialets brytningsindex n_1 resp. n_2 båda är 1,54, samt att det polykromatiska ljuset är vitt ljus.

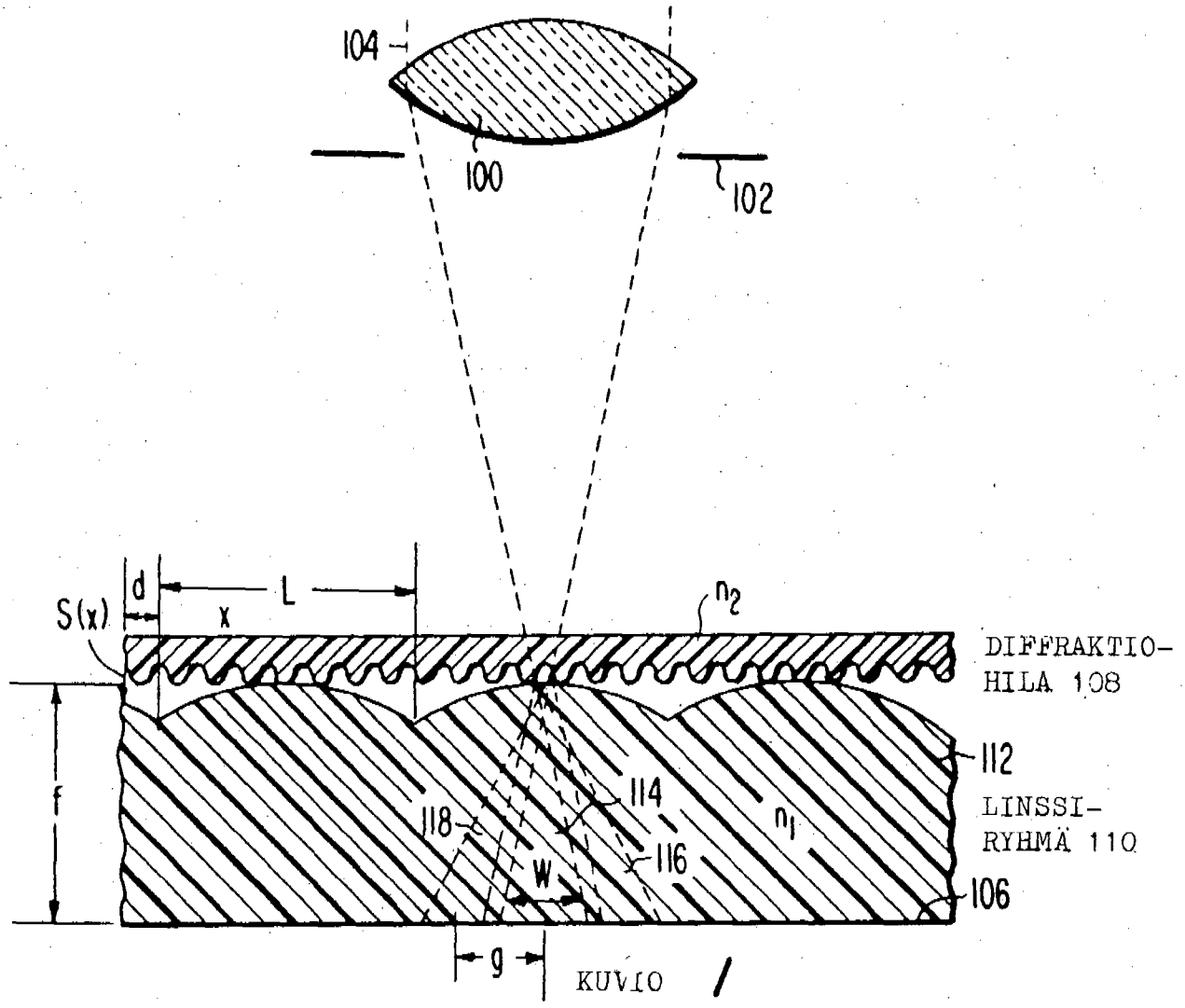
9. Färgfilter enligt kravet 3, k ä n n e t e c k n a t av att linsgrupparrangemanget utgöres av en linjär grupp cylindriska linser, och att diffraktionsorganet består av ett enda gitter, vars linjer är orienterade i huvudsak parallellt med cylinderlinsernas axlar, varvid färgfiltret är ett remsfärgfilter.

10. Färgfilter enligt kravet 2, k ä n n e t e c k n a t av att linsgrupparrangemanget är tvådimensionellt, och att diffraktionsorganet innefattar två vinkelförskjutna fasgitter.

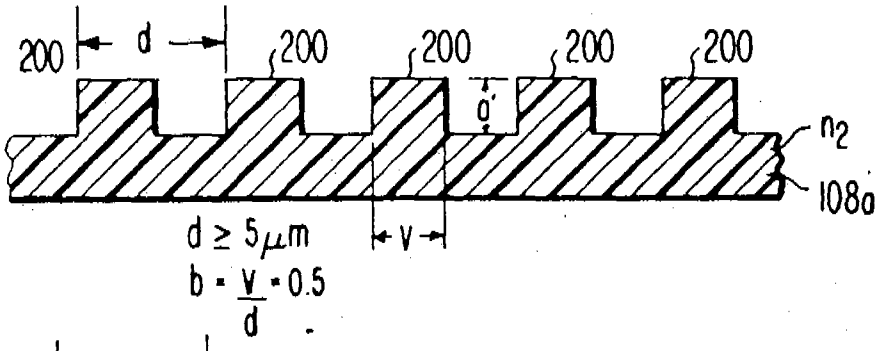
11. Färgfilter enligt kravet 10, k ä n n e t e c k n a t av att det tvådimensionella linsgrupparrangemanget är rektangulärt, och att de båda vinkelförskjutna fasgittren väsentligen bildar vinkeln 90° med varandra.

12. Färgfilter enligt kravet 10, k ä n n e t e c k n a t av att det tvådimensionella linsgrupparrangemanget är hexagonalt, och att de båda vinkelförskjutna fasgittren väsentligen bildar vinkeln 120° med varandra.

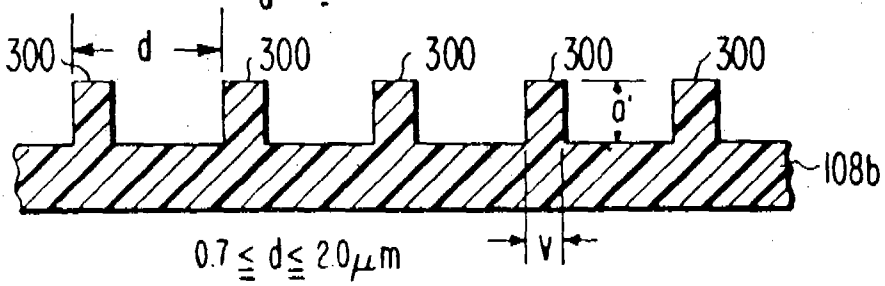
13. Färgfilter enligt kravet 2, k ä n n e t e c k n a t av att linsgrupparrangemanget och diffraktionsorganet utgöres av präglat plastmaterial.



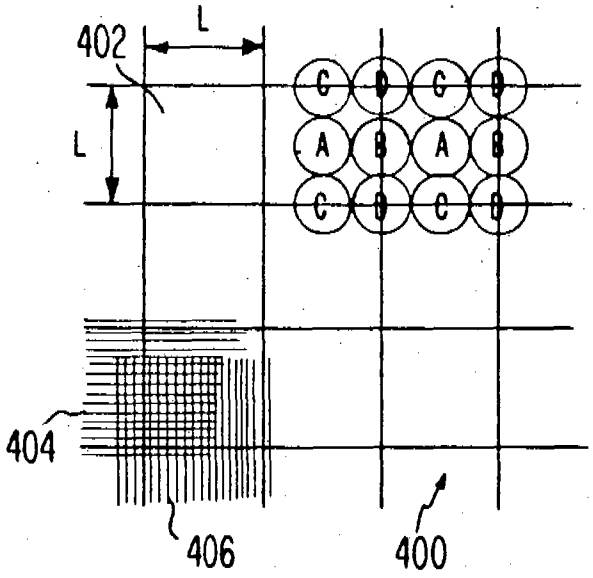
KUVIO 1



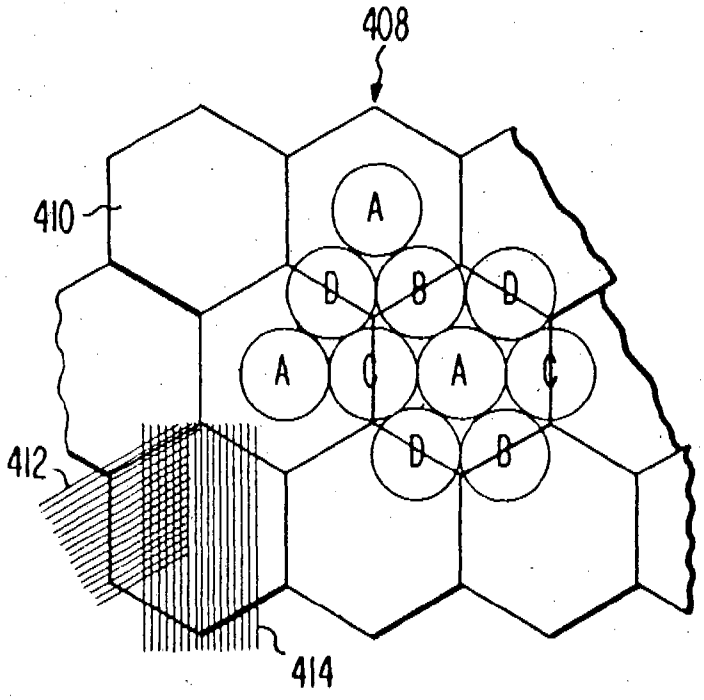
KUVIO 2



KUVIO 3



KUVIO 4a



KUVIO 4b

Hak.n:o 801047

Viitejulkaisuja - Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia: - Offentliga finska patentansökningar

Hakemus-, kuulutus- ja patenttijulkaisuja: - Ansökningspublikationer, utläggnings- och patentskrifter:

FI

CH

DE

DK

FR

GB

NO

SE

US P 3582984 (H04N 9/06), P 3834785 (G02B 27/00), P 3940788 (H04N 9/07)

Merkitse hakemusjulkaisun (esim. saksal. Offenlegungsschrift) numeron eteen O ja vastaavasti kuulutus- ja patenttijulkaisun numeron eteen K ja P.

Käännä Vänd

EP

WO

Muita julkaisuja: - Andra publikationer:

Allekirjoitus