

(19)



SUOMI - FINLAND
(FI)

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

(10) **FI 941888 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **941888**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
G02C 7/06
G02C 7/04

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **22.04.1994**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **22.04.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **27.10.1994**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

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

26.04.1993 US 53122

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Novartis AG, Schwarzwaldallee 215, 4058 BASEL, SVEITSI, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Zhang, Xiaoxiao, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Oy Jalo Ant-Wuorinen Ab, Iso Roobertinkatu 4 - 6 A, 00120 Helsinki

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

Monitehopiilolinssi

Multifokalkontaktlinssi

MONITEHOPIILOLINSSI

Tämän keksinnön kohteena on oftalmisen linssin rakenteen parantaminen ja erityisesti linssi, jolla saadaan kaksite-

5 hoinen näkökyky.

Presbyopia on vanhenemiseen liittyvä näkövirhe. Presbyopiasta kärsivältä puuttuu näön mukautumiskyky, ts. silmän kyky sovittua näkemään ilman korjaavaa linssiä tarkasti

10 kohteet, jotka ovat lähi- tai keskietäisyydellä silmästä.

Presbyopia korjataan tavallisesti kaksitehosilmälaseilla, joissa on yläosa, joka on hiottu kaukonäköä varten ja useimmiten korjattu myopian tai hyperopian suhteen, ja

15 alaosa, johon on lisätty dioptereita lähinäköä varten. Tämä ratkaisu ei kuitenkaan ilman muuta sovi piilolinsseille, jotka pyrkivät liikkumaan silmämunan mukana ja hajottamaan näön. Tämän ongelman ratkaisemiseksi on käytetty kaksiteho-

20 piilolinssejä, joissa on paksu alareuna, joka tarttuu alaluomeen, kun käyttäjä katsoo alas, aikaansaaden piilolinssin liukumisen ylöspäin sarveiskalvolla pupillin suhteen. Tällaisten silmän suhteen liikkuvien linssien sovittaminen on vaikeaa, koska linssi on mitoitettava oikein jotta se tarttuisi alaluomeen. Myös linssin liikemäärä on mitattava

25 tarkasti kaksitehosegmentin tarvittavan korkeuden määrittämiseksi.

On tehty useita yrityksiä sellaisten kaksiteholinssien aikaansaamiseksi, joilla ei esiinny edellä kuvattuja paksu-

30 reunaiseen linssiin liittyviä ongelmia. Eräässä yritystapassa on aikaansaatu monitehoinen diffraktiolinssi, joka on muodostettu sarjasta samankeskisiä vaihemanipuloivia ympyrärenkaita. Renkaat aikaansaavat samanaikaiset, muutosalueiltaan terävät taittovoimakkuudet lähi- ja kaukonäköä

35 varten. Toinen yritystapa liittyy monitehoisiin oftalmisiin linsseihin, joissa on useita samankeskisiä renkaita, joiden voimakkuus muuttuu jatkuvasti sekä kunkin vyöhykkeen sisällä että vyöhykkeiden välisellä muutosvyöhykkeellä. Vyöhyk-

keet on toteutettu joko linssin takapinnan jatkuvasti muuttuvalla kaarevuudella tai muodostamalla ei-homogeeniset pintaominaisuudet, joiden materiaalin taitekertoimet muuttuvat jatkuvasti linssin radiaalisessa suunnassa.

5

Jäljelle jää kuitenkin se ongelma, että edellä kuvatut konsentriset rengasrakenteet ovat suljettuja ja muodostavat suljettuja alueita sarveiskalvon ympäri. Ihmisen sarveiskalvon keskiosa on näön kannalta hyvin tärkeä optinen komponentti. Oikea kyynelvirtaus keskiosassa on kriittinen tekijä sarveiskalvon terveyden kannalta. Piilolinssit, erityisesti hydrofiiliset piilolinssit mukautuvat sarveiskalvoon niitä käytettäessä. Linssin takaprofiilin suljetut konsentriset renkaat eristävät kyynelkalvon keskikorneassa suljettuihin rengasmaisiin kanaviin. Vastaavasti kyynel-

10 neste kiertää vain pienellä paikallisella alueella eikä virkistä helposti sarveiskalvoa. Todennäköisesti myös linssin alle ja sarveiskalvon painumakuvioiden kerääntyvän lian määrä kasvaa.

20

Sen vuoksi on olemassa tarve monitehoiselle piilolinssille, jolla ei esiinny konsentristen renkaiden käyttöön liittyviä ongelmia, ja jolla erityisesti aikaansaadaan oikea kyynelvirtaus sarveiskalvon keskiosan kaikkiin osiin.

25

Tämän keksinnön tuloksena on aikaansaatu monitehoinen, kuten esim. kaksitehoinen oftalmiinen linssi, joka käsittää ainakin yhdellä pinnallaan spiraalimaisen kuvion, joka muodostuu yhtenäisestä nauhasta, joka pystyy aikaansaamaan useita erilaisia taittovoimakkuuksia. Erilaiset taittovoimat voidaan synnyttää valitsemalla nauhalle poikkileikkausprofiili, joka pystyy selektiivisesti muuttamaan valonsäteiden tulokulmaa silmään. Nauha voi esimerkiksi muodostaa jatkuvan ja progressiivisen tehoalueen, tai se voi aikaan-

30 saada erillisen sarjan yksittäisiä tehoja. Spiraalikuviota voidaan vaihtoehtoisesti painaa linssin pinalle muuttuvan taitekerroinprofiilin saamiseksi. Spiraalikuviota kuitenkin

35

joka tapauksessa varmistaa sen, että keskisarveiskalvon koko alueelle saadaan oikea kyynelvirtaus.

5 Tämän keksinnön tuloksena on siten aikaansaatu kaksitehoinen oftalmiinen linssi, jossa käytetään optista vaihemanipulaatiota tehon muodostamiseksi, mutta ilman niitä fysiologisia haittoja, jotka liittyvät suljettuihin konsentrisiin renkaisiin.

10 Seuraavaksi keksintöä kuvataan yksityiskohtaisesti sen suositeltuun suoritustapaan liittyen ja viittaamalla samalla oheisiin piirustuksiin, joissa:

15 Kuva 1 on päällyskuvanto tekniikan tason mukaisesta, suljettuja konsentrisia renkaita sisältävästä oftalmisesta linssistä;

Kuva 2 on etukuvanto keksinnön mukaisesta oftalmisesta linssistä;

20

Kuva 3 esittää spiraalikuvioita, jota voidaan käyttää keksinnön mukaisessa linssissä;

25 Kuva 4 on leikkauskuvanto 4-4 kuvan 3 nauhasegmentistä, jota voidaan käyttää keksinnön mukaisessa linssissä;

Kuva 5 on etukuvanto keksinnön mukaisesta oftalmisesta linssistä, jossa spiraalikuvio muodostuu painoväristä; ja

30 Kuva 6 on etukuvanto keksinnön mukaisesta oftalmisesta linssistä, jossa spiraalikuvio on muodostettu linssimateriaalin selektiivisellä polarisoinnilla.

35 Kuvassa 1 on esitetty aikaisemmin tunnettu oftalmiinen linssi 2, jossa on useita suljettuja samankeskisiä renkaita 4 ja paikallisia alueita 6, kuten edellä on kuvattu.

Keksinnön linssi voidaan sovittaa silmän pinnalle sijoitettavaksi, tai se voidaan kiinnittää pysyvästi silmän sisään. Kuvassa 2 on esitetty keksinnön mukainen monitehopiilolinssi. Kuvien mitat eivät välttämättä aina ole oikeassa suhteessa. Linssissä 10 on pallokupera etupinta 12 ja kovera takapinta 14. Linssin 10 keskialueelle on muodostettu asfäärinen optinen alue 16 ja sen ympärille rengasmainen sovitussosa 18.

- 10 Ainakin linssin 10 yhdellä pinnalla 12, 14 on spiraalimainen kuvio, joka muodostuu yhtenäisestä nauhasta 20, joka pystyy muodostamaan useita erilaisia taittovoimakkuuksia. Kuvan 2 esimerkissä nauha 20 on muodostettu takapinnalle 14. Nauha 20 alkaa ensimmäisestä päästään 22 lähellä linssiä 10 kehää ja kiertyy spiraalimaisesti sisäänpäin yhtenäisenä linjana kohti linssin 10 keskiosaa, jossa nauha 20 päättyy toisessa päässään 24.

- 20 Monitehopiilolinssiin 10 voi esimerkiksi kuulua spiraalinauhakuvio 20, joka on seuraavan yhtälön mukainen:

$$T(x,y) = \text{STEP}(S)$$

jossa $\text{STEP}(S)$ on askelfunktio, jonka arvo on 1 kun $S \geq 0$ ja 0 kun $S < 0$,

ja jossa $T = 1$ tarkoittaa 100% valonläpäisyyttä ja $T = 0$ tarkoittaa 0% valonläpäisyyttä,

- 30 ja jossa S lasketaan yhtälöstä

$$S(x,y) = \sin[\pi \cdot P / 2\lambda \cdot (x^2 + y^2) + k \cdot \text{Atan}(x/y) + \beta]$$

jossa P on haluttu teholisäys (taittovoimaero kahden äärimmäisen polttopisteen välillä), λ on käytetty aallonpituus, k on spiraalimuodon kontrolliparametri, x ja y ovat suora- kulmaisia koordinaatteja linssillä, jossa origo sijaitsee

linssin keskipisteessä, ja β on alkuvaiheen kontrolliparametri.

Kuvassa 3 on esitetty eräs tietty spiraalikuvio 20, joka perustuu edellisiin yhtälöihin, ja siinä $P=1,5$ diopteria, $\lambda=555$ nm, $k=-1$ ja $\beta=0$. Kuvauksen helpottamiseksi on taulukossa 1 annettu koordinaatit neljälle sijaintikohdalle a3, b3, d3 ja e3 kuvassa 3. c3 osoittaa kuvion toisen pään 24 sijainnin. Tällä linssillä on kolme polttopistettä tehollisyyksen ollessa 1,5 diopteria.

TAULUKKO 1

	x-	y-	meridi-	radiaal.etäis.
Sijainti	koordin.	koordin.	diaani	keskeltä (mm)
a3	0,00000	1,36015	90°	1,36015
b3	- 1,48997	0,00000	180°	1,48997
d3	0,00000	- 1,60935	270°	1,60935
e3	1,72047	0,00000	360°	1,72047

20

Kuvassa 3 esitettyä rakennetta on mahdollista muuttaa siten, että muodostetaan optisen tien ero $T=1$ alueen ja $T=0$ alueen välille, ja valonläpäisy $T=0$ alueella palautetaan 100%:iin. Optisen tien ero (OPD, optical path difference) on seuraava:

$$OPD = (0,5+m) \cdot \lambda$$

jossa m on mikä tahansa kokonaisluku.

30

Optisen tien eron (OPD) muodostus voidaan toteuttaa useilla tavoilla. Voidaan esim. suunnitella tietyn tehoinen linssi valitsemalla nauha 20, jossa on diffraktiohila, joka voi selektiivisesti muuttaa valonsäteiden tulokulmaa silmään. Nauhalla 20 voi toisin sanoen olla poikkileikkausprofiili, joka aiheuttaa tulevalle valoalalle ennaltamäärätyn periodisen amplitudi- tai vaihemuutoksen tai molemmat. Tämä

voidaan tehdä käyttämällä nauhaa 20, jonka poikkileikkausprofiili on aaltomaisen käyrän muotoinen, kuten kuvassa 4 on esitetty, tai jonka taitekerroin muuttuu nauhan 20 sisällä. Tätä teoriaa on käsitelty yksityiskohtaisesti teoksessa Born, M. and Wolf, E., Principles of Optics, s. 401-423, 1 st Edition (Pergamon Press 1959) sekä Portneyn US-patentissa 4 898 461 ja Cohenin US-patentissa 4 898 461, jotka kaikki otetaan tähän viitteenä mukaan.

10 Optisen tien eroa on myös mahdollista manipuloida modifioimalla valon spektriläpäisyä näkyvällä alueella (noin 400-700 nm). Tässä tapauksessa edellinen $T=1$ alue saattaa läpäistä vain ensimmäisen valospektrin (esim. punakeltaisen alueen) kun taas $T=0$ alue saattaa läpäistä toisen, erilaisen valospektrin (esim. sinivihreän alueen). Käytännössä, 15 kuten kuvassa 5 on esitetty, spiraalinauha voidaan painaa linssin pinnalle käyttämällä painoväriä, joka suositeltavasti on sävyltään sinivihreä. Nauhan 20 välissä oleva tila 26 jätetään suositeltavasti kirkkaaksi.

20

Kuten kuvassa 6 on esitetty, eräs mahdollisuus optisen tien eron manipuloimiseksi on linssimateriaalin polarisaation selektiivinen modifiointi. Tällöin edellä kuvattu $T=1$ alue voi polaroida sen läpi kulkevan valon yhteen orientaatioon, 25 samalla kun $T=0$ alue voi polarisoida sen läpi kulkevan valon toiseen orientaatioon (joka suositeltavasti on koh-tisuorassa $T=1$ alueen polarisaatio-orientaatioon nähden). $T=1$ alueen polarisaatio voi olla esim 180° ja $T=0$ alueen 90° .

30

Samalla kun tätä keksintöä on kuvattu erityisesti suositeltuihin suoritusmuotoihin liittyen, on selvää, että alan ammattimiehen mieleen voi tulla erilaisia modifikaatioita ja muunnoksia esitetyistä menettelyistä, jotka voidaan 35 tehdä keksinnön piiristä irtaantumatta.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Oftalmisen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että sen pinnalla on spiraalimainen kuvio alueella, joka on linssin käyttäjän sarveiskalvon päällä, spiraalimaisen kuvion pystyessä aikaansaamaan useita erilaisia taittovoimakkuuksia.

2. Vaatimuksen 1 mukainen oftalmisen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että spiraalimainen kuvio noudattaa yhtälöä:

$$T(x,y) = \text{STEP}(S)$$

jossa $\text{STEP}(S)$ on askelfunktio, jonka arvo on 1 kun $S \geq 0$ ja 0 kun $S < 0$,

ja jossa $T = 1$ tarkoittaa 100% valonläpäisyä ja $T = 0$ tarkoittaa 0% valonläpäisyä,

20

ja jossa S lasketaan yhtälöstä

$$S(x,y) = \sin[\pi \cdot P/2\lambda \cdot (x^2 + y^2) + k \cdot \text{Atan}(x/y) + \beta]$$

25

jossa P on haluttu teholisäys (taittovoimaero kahden äärimmäisen polttopisteen välillä), λ on käytetty aallonpituus, k on spiraalimuodon kontrolliparametri, x ja y ovat suora- kulmaisia koordinaatteja linssillä, jossa origo sijaitsee linssin keskipisteessä, ja β on alkuvaiheen kontrolliparametri.

30

3. Vaatimuksen 1 mukainen oftalmisen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että spiraalimainen kuvio muodostuu nauhas- ta, joka muodostaa diffraktiohilan, joka pystyy muuttamaan valonsäteiden tulokulmaa.

35

4. Vaatimuksen 3 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauhalla on aaltomaisen käyrän muotoinen poikkileikkausprofiili.

5 5. Vaatimuksen 3 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauha pystyy modifioimaan valon spektriläpäisyä näkyvällä alueella.

10 6. Vaatimuksen 5 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauha muodostuu painoväristä, joka on painettu linssin pinnalle, painoväriin pystyessä modifioimaan valon spektriläpäisyä näkyvällä alueella.

15 7. Vaatimuksen 5 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauha muodostuu painoväristä, joka on painettu linssin pinnalle, ja että nauhan välissä olevat tilat ovat kirkkaita.

20 8. Vaatimuksen 5 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauha muodostuu ensimmäisestä painoväristä, joka pystyy läpäisemään ensimmäisen spektrialueen valoa, ja että nauhan välinen tila on toista painoväriä, joka pystyy läpäisemään toisen spektrialueen valoa, joka on erilaista kuin ensimmäisen spektrialueen valo.

25 9. Vaatimuksen 6 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että painoväri läpäisee valoa punakeltaisella alueella.

30 10. Vaatimuksen 8 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että ensimmäinen painoväri läpäisee valoa punakeltaisella alueella.

35 11. Vaatimuksen 10 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että toinen painoväri läpäisee valoa sinivihreällä alueella.

12. Vaatimuksen 5 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauha muodostuu linssimateriaalin selektiivisesti polarisoiduista alueista.

5 13. Vaatimuksen 5 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että nauha muodostuu linssimateriaalin selektiivisistä alueista, joilla on erilaiset taitekertoimet.

10 14. Vaatimuksen 1 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että linssi on sovitettu sijoitettavaksi silmän pinnalle.

15. Vaatimuksen 1 mukainen moniteholinssi, **tunnettu** siitä, että linssi on sovitettu pysyvästi silmän sisään kiinnitettäväksi.

15

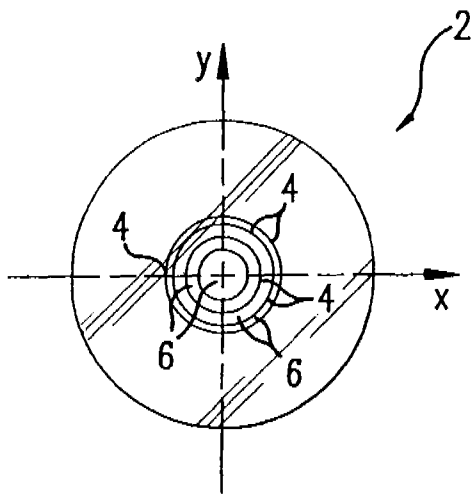


FIG. 1

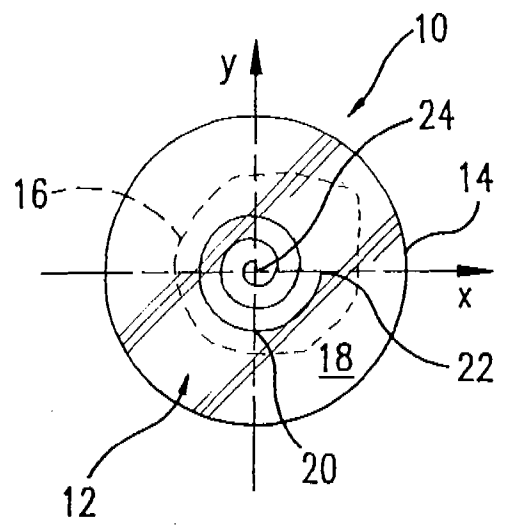


FIG. 2

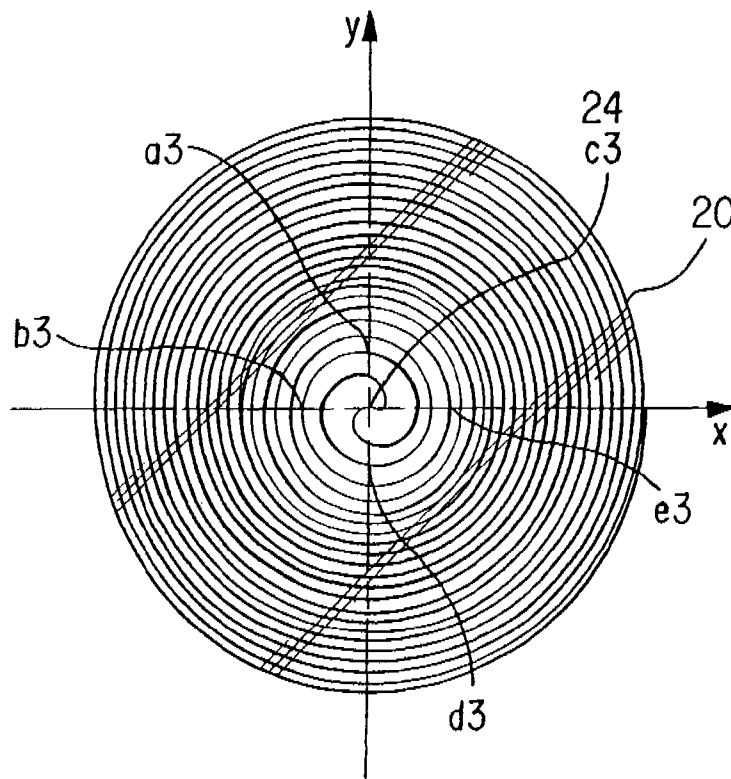


FIG. 3

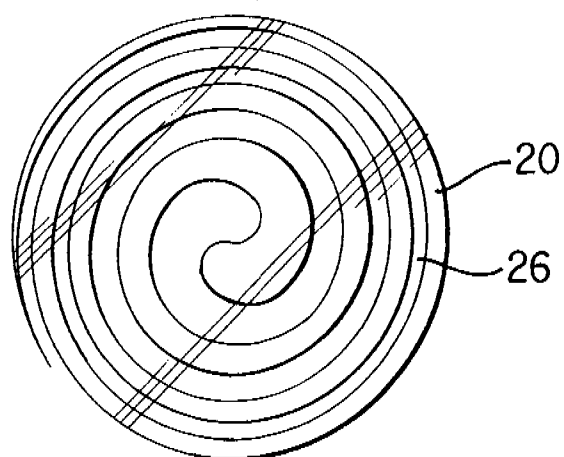


FIG. 5

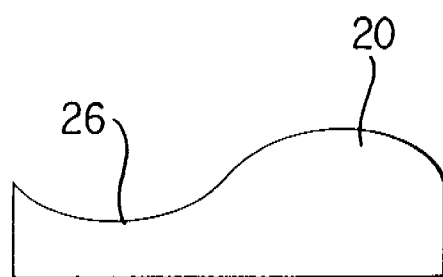


FIG. 4

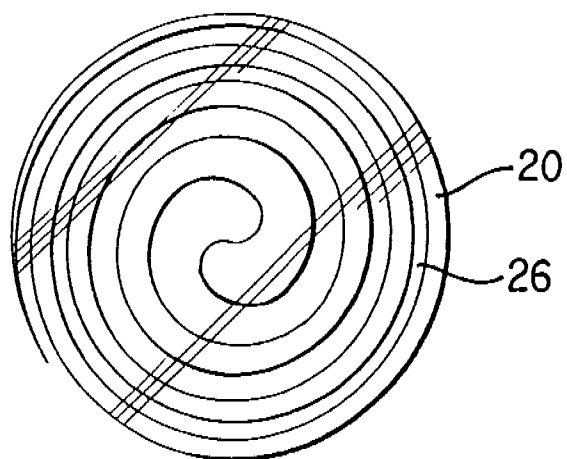


FIG. 6