

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) FI 923173 A7

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **923173**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification (IPC⁶)
**G02C 7/04
G02C 7/06**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **09.07.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **09.07.1992**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **11.01.1993**

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

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

10.07.1991 US 728903

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Johnson & Johnson Vision Products Inc., 4500 Salisbury Road, Suite 300, Jacksonville, FL 32216,
AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Roffman, Jeffrey H., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 •Menezes, Edgar, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

3 •LaBelle, Robert, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

4 •Scrivener, John, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Osista koostuva monitehopiilolinssi ja menetelmä sen valmistamiseksi

Segmenterad multifokalkontaktlins och förfarande för framställning av densamma

Osista koostuva monitehopiilolinssi ja menetelmä sen valmistamiseksi

5 Muutaman viime vuosikymmenen aikana piilolinssit, erityisesti pehmeät hydrofiiliset piilolinssit, ovat saavuttaneet näönkorjausta tarvitsevien laajan hyväksynnän. Tämän hyväksynnän syynä on ollut parempi näkemistarkkuus, vapaus silmälaseihin liittyvistä optisista vääristymisilmiöistä (näkökyvyn puuttuminen reuna-alueilla, sumentuminen, linssin siirtyminen) ja käyttäjän parantunut ulkonäkö.

On tunnettua, että henkilön ikääntyessä silmä pysyy heikommin mukautumaan, ts. taivuttamaan silmässä olevaa luonnollista linssiä katseen tarkentamiseksi esineisiin, jotka ovat suhteellisen lähellä katsojaa. Tätä tilaa kutsutaan ikänäöksi, ja ikänäköiset ovat aiemmin turvautuneet silmälaseihin tai muihin linsseihin, joissa on joukko taittokyvyltään erilaisia vyöhykkeitä, joihin käyttäjä voi kääntää katseensa löytääkseen sopivan taittokyvyn yhtä tai useampaa kohdetta varten, jotka katsoja haluaa 20 nähdä terävästi.

Silmälasien ollessa kyseessä tämä prosessi tarkoittaa näkökentän siirtämistä tyyppillisesti ylemmältä kaukoalueelta erilaiselle lähialueelle. Piilolinssien yhteydessä 25 tämä lahestymistapa on kuitenkin ollut vähemmän tyydyttävä. Piilolinssi muodostaa luonnollisen linssin yhteydessä toimiessaan kuvan silmän verkkokalvolle kohdistamalla sarveiskalvon kuhunkin osaan eri kulmissa tulevan valon verkkokalvon kuhunkin osaan kuvan muodostamiseksi. Esimerkiksi pulillin supistuesssa reaktiona kirkkaampaan valoon, verkkokalvolla oleva kuva ei kutistu vaan linssin pienemmän osan läpi tuleva valo käytetään koko kuvan muodostamiseen.

On alalla tunnettua, että tietyissä olosuhteissa 35 aivot pystyvät erottamaan erilliset kilpailevat kuvat,

jolloin ne hyväksyvät terävän kuvan ja hylkäävät epätarkan.

Yhtä esimerkkiä tämäntyyppisestä piilolinssistä, jota käytetään ikänäön korjaamiseen mahdollistamalla samanaikainen lähi- ja kaukonäkökyky, kuvataan US-patenttijulkaisussa 4 923 296 (Erickson). Siinä kuvataan linssi-järjestelmää, joka käsittää parin piilolinssejä, jossa toisen silmän linssissä on lähikatseluun tarkoitettu yläosa ja kaukokatseluun tarkoitettu alaosa, kun taas toisen silmän linssissä on kaukokatseluun tarkoitettu yläosa ja lähikatseluun tarkoitettu alaosa. Näiden sanotaan yhdessä saavan aikaan ainakin osittain teräviä kuvia kummassakin silmässä ja mahdollistavan aivojen tekemän epäterävien kuvien hylkäämisen kautta terävän kuvan muodostamisen.

Tämä järjestelmä vaatii kuitenkin linssin painottamista reunan, prisman tai painon avulla sen oikean asennon takaamiseksi silmän pinnalla, jotta saavutetaan edellä kuvattu vaikutus.

Toista yrittystä saada aikaan kaksitehopiilolinssi kuvataan EP-julkaisussa 0 107 444 (EP-hakemus 83306172.4). Toisin kuin edellä mainitun patentin yhteydessä, tämän EP-hakemuksen mukainen linssi ei vaadi linssin orientointia. Tässä hakemuksessa kuvattu linssi muodostetaan kuitenkin käyttämällä erilaisia materiaaleja, joilla on erilaiset taitekertoimet, erilaisten taittokykyjen saavuttamiseksi tai muodostamalla erilaisia näkövyöhykkeitä linssin takapinnalla olevan kohokuvion avulla. Lisäksi lähi- ja kaukonäköalueiden pinta-alojen suhde voi vaihdella tässä linssissä, ja joko lähi- tai kaukoalueella saattaa tulla riittämättömästi valoa pupillin läpimitan vaihdellessa.

Tekniikan tasoa vastaavat linssit, joissa käytetään erilaisia taittopolttovälejä, ovat tyypillisesti olleet teoreettisia malleja, eikä niitä ole valmistettu. Tämä epäonnistuminen todellisen tuotteen toteuttamisessa johtuu kyvyttömyydestä valmistaa ajateltuja linssityyppejä. Pii-

lolinssejä samoin kuin silmänsisäisiä linssejä valmiste-
 taan linkovalumenetelmällä tai tarkkuussorvauksella. Nämä
 menetelmät johtavat säteen suunnassa symmetrisiin linssei-
 hin, minkä jälkeen on äärimmäisen vaikea saada aikaan
 5 polttoväliltään erilaisia alueita, koska erilaisten kaare-
 vuuksien työstäminen linssiin on mahdotonta.

Yksi alalla tunnettu yritys saada aikaan menetelmä
 ikänäön korjaamiseksi ilman monimutkaisen linssin valmis-
 tamista tunnetaan "mononäkönä". Mononäköjärjestelmässä
 10 potilas varustetaan toisessa silmässä pidettävällä kauko-
 katseluun tarkoitettulla piilolinssillä ja toisessa silmäs-
 sä pidettävällä lähikatseluun tarkoitettulla piilolinssil-
 lä. Vaikka on havaittu, että mononäköjärjestelmän avulla
 potilas pystyy hyväksyttävästi erottamaan sekä kaukana
 15 että lähellä olevat kohteet, syvyyssuhteiden näkeminen
 heikkenee olennaisesti.

Vaikka yksinkertaisista järjestelmistä, kuten mono-
 näköjärjestelmästä, on jossakin määrin tietoa, ovat moni-
 mutkaisemmat moniteholinssimallit näistä syistä pääasiassa
 20 teoreettisia.

Yksi lähestymistapa näköä korjaavien moniteholins-
 sien valmistamiseksi on diffraktio-optiikan käyttö. Yksi
 tämän lähestymistavan heikkouksista, samoin kuin edellä
 kuvattujen moniteholinssityyppien yhteydessä, joissa käy-
 25 tetään säteen suunnassa symmetrisiä, samankeskisiä lähi-
 ja kaukovyöhykkeitä, on ollut lähinäön vajavuus, erityi-
 sesti heikossa valaistuksessa. Diffraktiomallissa vain
 noin 40 % linssille tulevasta valosta käytetään lähinäön
 hyväksi ja toiset 40 % kaukonäköä varten. Loppuja 20 %:a
 30 ei käytetä lähi- eikä kaukonäön hyväksi vaan menetetään
 korkeampien kertalukujen diffraktioilmiöihin ja sirontail-
 miöön. Tämä edustaa parasta mahdollista teoreettista ta-
 pausta, ja todellisen valmistuksen ollessa kyseessä on
 valoa käytettävissä vielä vähemmän valmistusvaikeuksien
 35 vuoksi. Valmistuksen yleinen hankaluus edustaa toista

diffraktiolinssien heikkoutta, sillä diffraktiopinnan tarkkuuden täytyy olla valon aallonpituuden suuruusluokkaa.

5 Tämän keksinnön päämääränä on tarjota käyttöön kaksitehopiilolinssi, joka ei ole herkkä orientaatiolle eikä siten vaadi minkääntyyppistä painottamista mutta mahdollistaa riittävän kyvyn havaita syvyyssuhteita.

10 Keksinnön päämääränä on lisäksi tarjota käyttöön linssi, jossa eri polttovälejä vastaavien alueiden suhde on kontrolloitu riippumatta pupillin läpimitasta.

15 Keksinnön yhtenä päämääränä on tarjota käyttöön taittava moniteholinssi valon kohdistamiseksi silmälle, joka sisältää vähintään yhden optisen tehoalueen, jonka pinnan kaarevuus on ei-pallomainen ja joka muodostaa tasisen rajan vierellään olevien osien kanssa.

20 Keksinnön yhtenä lisäpäämääränä on tarjota käyttöön menetelmä moniteholinssien valmistamiseksi käyttämällä linssipintamuotteja polttopisteeltään erilaisten taittokykyjen aikaansaamiseksi. Linssipintamuotit jaetaan keskenään vaihdettavissa oleviksi osiksi, jotka voidaan asentaa yhteen osista koostuvan moniteholinssimuotin aikaansaamiseksi, jota käytetään sitten linssin muovaamiseen käyttämällä saatua linssinmuovauspintaa.

25 Edellä mainitut päämäärät saavutetaan orientoimattomalla, taittavalla moniteholinssillä, joka on valmistettu useista osista, joilla on ainakin kaksi erilaista taittokykyä, valon kohdistamiseksi tehokkaasti silmän verkkokalvolle ja lähi- ja kaukokatselun mahdollistamiseksi. Ensimmäinen taittokyky muodostetaan ensimmäiseen ryhmään osia kaukokatsomisalueen aikaansaamiseksi, kun taas toisella ryhmällä osia on toinen taittokyky lähikatsomisalueen aikaansaamiseksi. Taittokyvyt voidaan saada aikaan vaihtelemalla taittokykyisen linssimateriaalin paksuutta tai kaarevuutta. Nämä osat voidaan järjestää sillä tavalla, että kutakin taittokykyä vastaavien pinta-alojen suhde

30

35

pysyy vakiona pupillin läpimitan muuttumisesta huolimatta. Rajat voivat olla joko suoria tai kaarevia.

Lisäksi on havaittu, ettei taittavan monitehopiilolinssin yhteydessä tarvita linssin orientointia. Kun kuta-

5 kin taittokykyä vastaavia osia on useita, kutakin polttoväliä vastaavia alueita on tehokkaasti koko linssin alueella, niin että linssin orientointi ei ole ratkaisevaa.

Tämän keksinnön yhtenä puolena on, että vähintään yhdellä ryhmällä osia, joilla on sama taittokyky, pinnan

10 kaarevuus on ei-pallomainen. Tämä ei-pallomainen linssin pinta mahdollistaa osien kaarevuuksien sovittamisen yhteen osien rajoilla, niin että raja-alue on tasainen ja suurin piirtein jatkuva.

Tämän keksinnön yhtenä lisäpuolena on menetelmä

15 edellä kuvatun useita osia sisältävän moniteholinssin valmistamiseksi. Tämänäntyyppinen linssi voidaan valmistaa ottamalla erilaisia taittokykyjä vastaavia linssipintamuotteja ja jakamalla nämä linssipinnat osiin pintamuotin keskipisteestä kehälle kulkevaa linjaa pitkin, niin että osat

20 ovat samankokoisia ja vaihdettavissa toisiinsa. Ensimmäisestä ja toisesta linssipintamuotista erotetuista osista voidaan sitten koota moniteholinssimuotti. Sitten voidaan muovata osista koostuva moniteholinssi ja linssin muovauksen jälkeen erottaa linssimuotin osat myöhempää käyttöä varten.

25

Keksinnön yhtenä puolena on määrätyn kaarevan linjan käyttö osiksi jakamiseen, niin että osien välisen portaan korkeus tulee minimoiduksi.

Kuvio 1 esittää keksinnön yhtä suoritusmuotoa ylhäältäpäin katsottuna.

30

Kuvio 2 esittää mainitun suoritusmuodon toista versiota ylhäältäpäin katsottuna.

Kuvio 3 esittää keksinnön yhtä toista suoritusmuotoa ylhäältäpäin katsottuna.

Kuvio 4 esittää kuvion 3 mukaisen suoritusmuodon toista versiota ylhäältäpäin katsottuna.

Kuvio 5 on keksinnön yksi vaihtoehtoinen suoritusmuoto.

5 Kuvio 6 on käyrä, joka esittää keksinnön mukaisesti valmistetun kaksitehopiilolinssin taittokyvyltään erilaisen osien pinnan korkeusasemaa, kun toinen osa on ei-pallomainen ja toinen pallomainen.

10 Kuvio 7 on käyrä, joka esittää kuvion 6 mukaisten kahden ryhmän eroa suurennettuna.

Kuvio 8 esittää ylhäältäpäin katsottuna keksinnön yhtä vaihtoehtoista suoritusmuotoa, jossa lähi- ja kaukoalueiden pinta-alojen suhde on eri suuri kuin yksi ja vakio linssin keskipisteestä sen kehälle samankeskisesti tarkasteltuna.

15

Kuvio 9 esittää ylhäältäpäin katsottuna yhtä vaihtoehtoista linssisuoritusmuotoa, jossa lähi- ja kaukonäön parantamiseen tarkoitettuja polttovälejä vastaavien alueiden pinta-alat ovat suurinpiirtein samat linssin keskipisteen lähellä ja muuttuvat erilaisiksi linssin reunaa lähestyttäessä.

20

Kuvio 1 esittää keksintöä yksinkertaisimmassa muodossaan, joka koostuu vuorottelevista lähi- ja kaukoalueista. Tämän keksinnön yksi perustavaa laatua oleva etu on, että esitetyssä linssissä ei ole painotusta, painolastia eikä prismaa, jota käytetään linssin orientoinnissa määrättyyn asentoon. Tämän suoritusmuodon yksi toinen puoli on, että lähi- ja kaukopolttoväliä vastaavien alueiden pinta-alat ovat yhtä suuret riippumatta pupillin koosta. Tämä riippumattomuus pupillin koosta voidaan ymmärtää havaitsemalla, että lähi- ja kaukoalueiden pinta-alojen suhde pysyy linssissä samana millä tahansa sen kanssa samankeskisellä ympyrällä.

25

30

Kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaisen linssin kanssa samankaltaista linssiä, jossa lähi- ja kaukopolttovälialu-

35

eet ovat pinta-alaltaan yhtä suuret. Tälläkään kertaa linssissä ei käytetä painotusta, prismaa eikä painolastia, mutta osien suurempi lukumäärä, joka on mahdollisesti vaikeampi valmistaa, saa aikaan paremman näkökyvyn sen ansiosta, että lähi- ja kaukopolttopisteet jakautuvat tasaisemmin linssin alueelle.

Ammattimies pystyy ymmärtämään, että periaatteeltaan samankaltainen mutta karkea approksimaatio tässä kuvatuista linsseistä on "mononäkönä" tunnettu menetelmä ikänäön korjaamiseksi. Mononäköjärjestelmässä potilas varustetaan toisessa silmässä pidettävällä kaukonäköpiilolinssillä ja toisessa silmässä pidettävällä toisella, lähinäköpiilolinssillä. Vaikka on havaittu, että käytettävissä mononäköjärjestelmää, potilas pystyy hyväksyttävästi erottamaan sekä kaukana että lähellä olevia kohteita, syvyys-suhteiden havaitseminen heikentyy olennaisesti. Sen kautta, että tämän keksinnön mukaisen linssin käyttäjällä on sekä kauko- että lähipolttovälin sisältävä linssi kummassakin silmässään, hän ei pelkästään pysty näkemään hyväksyttävästi sekä kauas että lähelle vaan hänellä on myös kohtalainen stereonäkö, jolloin saavutetaan syvyys-suhteiden havaitseminen.

Kuten kuvioista 1 ja 2 on havaittavissa, toisin kuin tekniikan tasoa vastaavat mallit, joissa eliminoidaan painolastin tarve säteittäisesti symmetrisellä linssillä (linssillä, joka sisältää samankeskisiä kauko- ja lähialueita), tämä malli ei vaadi orientointia, koska se koostuu säteittäisistä osista. Nämä osat pitävät yllä yhtä suuret lähi- ja kaukopolttovälialueiden pinta-alat alueella, joka on linssin kanssa samankeskisen ympyrän sisällä riippumatta ympyrän koosta analogisesti silmän pupillin kanssa tämän laajentuessa ja supistuessa silmään tulevan valon määrän mukaan.

Tällä tavalla keksinnön mukaisen linssin etuna on, että linssin lähi- ja kaukoalueiden suhde voidaan säätää

määrätyksi kaikkien säteiden ollessa kyseessä tai se voi olla kontrolloidulla tavalla riippuvainen pupillin koosta. Ei-pallomaisen pinnan käytöstä joko lähi- tai kaukoalueella tai molemmilla on etuna, että ei-pallomaiset muodot

5 mahdollistavat sellaisen mallin valmistamisen, jossa lins-

sialueiden liitoskohta ja reunan paksuus ovat yhtenäiset ja yhtäsuuret. Tämä ei ole mahdollista pallomaisten osien ollessa kyseessä. Vaikka on mahdollista suunnitella tämän keksinnön mukainen pallomaisia osia sisältävä linssi, joka

10 täyttäisi optiset vaatimukset, ei-pallomaisten pintojen käyttö toisella polttovälialueella tai niillä molemmilla minimoi pintojen välisen korkeuseron ja silmän ärtymisen.

Lisäksi optisen pinnan sijoittaminen linssin etupuolelle eliminoi sarveiskalvon ärsytyksen ja vahingoittu-

15 misen ja jäännösten kerääntymisen.

Kuten edellä mainittiin, pallomaisten pintojen käyttö on täysin hyväksyttävää optiikan kannalta, ja niitä voidaan käyttää tietyissä suoritusmuodoissa, erityisesti sijoitettaessa optinen pinta linssin etupuolelle silmäluo-

20 mea eikä sarveiskalvoa vasten.

Optisten ei-pallomaisten pintojen sopiva malli kei-

notekoisia näönkorjauslinsskejä varten esitetään samanai-

kaisesti avoinna olevassa US-patenttihakemuksessani

557 261, joka on jätetty 24. heinäkuuta 1990. Tässä avoin-

25 na olevassa hakemuksessa kuvataan lisäksi muita ei-pallo-

maisien linssien käytön etuja tyypillisiin pallomaisiin op-

tisiin pintoihin verrattuna.

Muita mallitekniikoita voidaan käyttää lähi- ja kaukoalueiden välisen portaan madaltamiseksi joko ei-pal-

lomaisista tai pallomaisista osista koostuvan linssimallin

30 ollessa kyseessä.

Kuvion 3 mukaisesti voidaan käyttää kaarevaa rajaa linssin lähi- ja kaukoalueiden välissä korkeuseron pienentämiseksi, erityisesti välipisteissä.

Kaarevan rajan käyttö osien välissä madaltaa por-
rasta muodostamalla linjan, joka on jossakin kulmassa ky-
seisten kahden osan korkeuksien väliseen gradienttiin.
Käytännössä kaari vedetään siten, että kaaren toinen pää
5 on linssin keskipisteessä ja toinen optisen vyöhykkeen
reunalla ja kaaren keskipiste on janalla FG, joka on koh-
tisuorassa kaaren jänteen CB päätepisteitä yhdistävää suo-
raa vastaan. Kaaren jänne CB on osa ympyrästä, jonka kes-
kipiste on suoralla FG ja säde r , kuten esitetään kuviossa
10 3. Tyypillisen kaariosan säde on pitempi kuin jänne; kaa-
ren säteen suhde jänteen puolittajaan on esimerkiksi 2:1.
Suhteiden, jotka ovat vähintään 2:1, odotetaan antavan hy-
viä tuloksia, vaikka pienempääkin suhdetta kuin 2:1 voi-
daan käyttää, jolloin ääritapauksena on puoliympyrä, jonka
15 keskipiste on janalla CB.

Rajat muodostavat kaaret sijoitetaan linssiin kuvi-
ossa 3 esitetyllä tavalla, jolloin tuloksena on esitetty
symmetrinen kuvio.

Kuvio 4 esittää toista suoritusmuotoa, jossa hyö-
dynnetään kaarevia rajoja ja jonka etuna on useampien lä-
20 pi- ja kaukoalueiden sisältäminen.

Kuvio 5 esittää keksinnön suoritusmuotoa, jossa
linssin kauko- ja lähialueiden pinta-alojen suhde pidetään
suurin piirtein vakiona pupillin koosta riippumatta. Sen
25 sijaan että käytettäisiin osia, joiden rajat kulkevat kes-
kipisteestä kehälle, linssi jaetaan linssin poikki kulke-
viin kaistoihin.

Erityisesimerkkinä kuviossa 6 verrataan kuviossa 1
esitetyn suoritusmuodon mukaisesti valmistetun lohkoihin
30 jaetun ei-pallomaisen kaksiteholinssin lähi- ja kaukoalu-
eiden pinnan korkeusasemia. Tässä esimerkissä linssin kau-
koalueen vahvuus on $-5,25$ dioptriaa ja lähialueelle lisä-
tään $+1,50$ dioptriaa, jolloin lähialueen absoluuttiseksi
taittokyvyksi tulee $-3,75$.

5 Numeerisesta muodosta on nähtävissä, että lohkojen välinen porras on matalampi ei-pallomaisen kuin pallomaisen linssipinnan kohdalla. Taulukoissa ilmoitetaan kaukoalueen pinnan korkeus, lähialueen pinnan korkeus ja näiden kahden erotus rajan kohdalla sekä ei-pallomaiselle että pallomaiselle linssimallille linssin keskipisteestä mitatun etäisyyden funktiona.

10 Pinnan korkeuden vertailu:
 Ei-pallomaisista kaukolinssialueista ja ei-pallomaisista lähilinssialueista koostuva poikittolinssi

	Asema (mm)	Kaukolinssin pinta	Lähilinssin pinta	Delta
15				
	0,00	-0,07000	-0,07000	0,00000
	0,10	-0,06749	-0,06740	-0,00009
	0,20	-0,06498	-0,06480	-0,00018
20	0,30	-0,06247	-0,06220	-0,00027
	0,40	-0,05996	-0,05960	-0,00036
	0,50	-0,05746	-0,05700	-0,00046
	0,60	-0,04991	-0,04919	-0,00072
	0,70	-0,04237	-0,04139	-0,00098
25	0,80	-0,03483	-0,03359	-0,00124
	0,90	-0,02729	-0,02579	-0,00150
	1,00	-0,01974	-0,01799	-0,00175
	1,10	-0,00712	-0,00499	-0,00213
	1,20	0,00550	0,00801	-0,00251
30	1,30	0,01812	0,02101	-0,00289
	1,40	0,03074	0,03401	-0,00327
	1,50	0,04336	0,04701	-0,00365
	1,60	0,06114	0,06520	-0,00406
	1,70	0,07892	0,08338	-0,00446
35	1,80	0,09670	0,10157	-0,00487
	1,90	0,11448	0,11976	-0,00528

	Asema (mm)	Kaukolinssin pinta	Lähilinssin pinta	Delta
5	2,00	0,13226	0,13795	-0,00569
	2,10	0,15531	0,16132	-0,00601
	2,20	0,17836	0,18469	-0,00633
	2,30	0,20141	0,20807	-0,00666
	2,40	0,22446	0,23144	-0,00698
10	2,50	0,24751	0,25481	-0,00730
	2,60	0,27598	0,28335	-0,00737
	2,70	0,30446	0,31189	-0,00743
	2,80	0,33293	0,34043	-0,00750
	2,90	0,36140	0,36897	-0,00757
15	3,00	0,38988	0,39751	-0,00763
	3,10	0,42397	0,43121	-0,00724
	3,20	0,45806	0,46491	-0,00685
	3,30	0,49215	0,49861	-0,00646
	3,40	0,52624	0,53231	-0,00607
20	3,50	0,56033	0,56601	-0,00568
	3,60	0,60029	0,60484	-0,00455
	3,70	0,64025	0,64368	-0,00343
25	3,80	0,68021	0,68252	-0,00231
	3,90	0,72016	0,72136	-0,00120
	4,00	0,76012	0,76020	-0,00008

Pinnan korkeuden vertailu
Pallomaisista kaukolinssialueista ja pallomaisista
lähilinssialueista koostuva piilolinssi

5	Asema (mm)	Kauko- linssin pinta	Lähi- linssin pinta	Delta
10	0,00	-0,07000	-0,07000	0,00000
	0,10	-0,06749	-0,06740	-0,00009
	0,20	-0,06498	-0,06479	-0,00019
	0,30	-0,06247	-0,06219	-0,00028
	0,40	-0,05996	-0,05959	-0,00037
15	0,50	-0,05745	-0,05699	-0,00046
	0,60	-0,04991	-0,04916	-0,00075
	0,70	-0,04236	-0,04133	-0,00103
	0,80	-0,03481	-0,03350	-0,00131
	0,90	-0,02727	-0,02567	-0,00160
20	1,00	-0,01972	-0,01784	-0,00188
	1,10	-0,00708	-0,00472	-0,00236
	1,20	0,00557	0,00841	-0,00284
	1,30	0,01821	0,02153	-0,00232
	1,40	0,03085	0,03465	-0,00380
25	1,50	0,04349	0,04777	-0,00428
	1,60	0,06133	0,06629	-0,00496
	1,70	0,07917	0,08482	-0,00565
	1,80	0,09700	0,10334	-0,00634
	1,90	0,11484	0,12187	-0,00703
30	2,00	0,13268	0,14039	-0,00771
	2,10	0,15585	0,16448	-0,00863
	2,20	0,17903	0,18857	-0,00954
	2,30	0,20220	0,21265	-0,01045
	2,40	0,22538	0,23674	-0,01136

35

	Asema (mm)	Kauko- linssin pinta	Lähi- linssin pinta	Delta
5	2,50	0,24855	0,26083	-0,01228
	2,60	0,27726	0,29070	-0,01344
	2,70	0,30597	0,32058	-0,01461
	2,80	0,33468	0,35045	-0,01577
	2,90	0,36339	0,38032	-0,01693
10	3,00	0,39210	0,41019	-0,01809
	3,10	0,42660	0,44614	-0,01954
	3,20	0,46110	0,48208	-0,02098
	3,30	0,49559	0,51803	-0,02244
	3,40	0,53009	0,55398	-0,02389
15	3,50	0,56459	0,58992	-0,02533
	3,60	0,60520	0,63232	-0,02712
	3,70	0,64582	0,67471	-0,02889
	3,80	0,68643	0,71711	-0,03068
	3,90	0,72705	0,75950	-0,03245
20	4,00	0,76766	0,80190	-0,03424

Kuten ammattimies ymmärtää edellä mainitun patenttihakemuksen perusteella, jossa kuvataan ei-pallomaisten pintojen käyttöä näönkorjauslinssien suunnittelussa, määrättyyn linssipinnan kaarevuuteen liittyvä vakio k on tärkeä valintatekijä. Edellä mainitussa esimerkissä k -arvot, joita käytetään lähi- ja kaukonäköpintojen ei-pallomaisen kaarevuuden määrittämiseen suunniteltaessa ei-pallomaista linssiä, ovat erilaiset. Kaukoalueelle käytetty k -arvo on -0,2 ja lähialueelle käytetty k -arvo -1,06. Nämä arvot on tämän keksinnön yhteydessä määrätty yrityksen ja erehdyksen kautta lähtien kuitenkin siitä, että lähialueen k -arvon tulisi olla noin 1,00 ja kaukoalueen k -arvo tulisi asettaa siten, että korkeusero linssipintojen rajalla on nolla tai lähellä nollaa.

Kuvio 7 esittää graafisessa muodossa alueiden välistä korkeuseroa käytettäessä ei-pallomaisia linssipintoja. Parannus on vähäinen pallomaisten linssipintojen käyttöön nähden lähellä linssin keskipistettä, ja porras on joka tapauksessa matala. Keskipisteen ja reunan puolivälissä, noin 3 mm:n etäisyydellä linssin keskipisteestä, porras on noin 0,008 mm, mikä merkitsee noin 0,011 mm:n parannusta. Reunalla parannus on 0,034 mm.

Sarveiskalvon tai silmäluomen vähäisemmän ärsytyksen lisäksi portaan alentunut korkeusero ja keskustan pientynyt paksuus mahdollistavat sarveiskalvon paremman paikallisen hapensaannin.

Moniteholinssin osien välinen kaareva raja madaltaa osien välistä porrasta kulkemalla reittiä, joka on huomattavassa kulmassa linssimateriaalin kahden eri korkeuden muodostamaan gradienttiin nähden, sen sijaan että raja noudattaisi suurin piirtein linssin osien kahden korkeuden välistä gradienttia.

Muovaustekniikka, joka mahdollistaa korkealaatuisten ja optisilta pinnoiltaan toistettavissa olevien näköä korjaavien linssien tarkkuusvalun, mahdollistaa nykyisin kaarevuuksiltaan ja pinnoiltaan monimutkaiset linssit. Kuten ammattimies ymmärtää, muotin valmistuksen jälkeen voidaan valmistaa käytännöllisesti katsoen mitä tahansa tyyppiä oleva linssin muoto sen monimutkaisuudesta riippumatta toistettavasti ja hyvin pienin lisäkustannuksin yksinkertaisempiin muotoihin nähden.

Edellä kuvattua tyyppiä oleva linssi valmistetaan edullisesti valamalla. Yleisesti esitettynä edullinen valumenetelmä on US-patenttijulkaisuissa 4 495 313 ja 4 889 664 kuvattu menetelmä. Tässä menetelmässä valmistettavan linssipinnan valua ei tehdä pinnalla, joka välittömästi muovaa linssin vaan toteutetaan yksi erillinen vaihe metallipinnalla, jota käytetään styreenimuovimuotin valmistukseen, jota käytetään sitten linssin valmistukseen.

Tässä hakemuksessa sanaa "muotti" käytetään kaikista edeltävistä linssin valmistuksessa käytettävistä muottisukupolvista, ts. ei pelkästään itse linssin valmistukseen käytettävistä pinnoista vaan myös pinnoista, joita käytetään linssin lopulliseen valmistukseen käytettävien muottien valmistukseen.

Useita polttovälejä vastaavia pinnanosia sisältävät metallimuotit valmistetaan valitsemalla sopivat taittovoimakkuudet tavanomaisten pallomaisten tai ei-pallomaisten muottien joukosta. Edeltävässä esimerkissä ne olisivat pinta, joka vastaa -5,25:ä dioptriaa, ja pinta, joka vastaa -3,75 dioptriaa.

Nämä muottipinnat leikattaisiin sitten osiin, jotka ovat samanlaisia ja vaihdettavissa keskenään. On edullista leikata osia, jotka vastaavat linssipinnan läpimittaa linssin keskipisteen läpi katsottuna. Nämä metallimuotit tarkkuusleikataan sähködynaamisilla työstövälineillä, niin että saadaan osia hyvin vähäisin materiaalihäviöin ja äärimmäisen hyvällä tarkkuudella, joka saadaan aikaan kiilottamalla optisesti leikkauspinnat.

Tällä tavalla valmistetut muotit voidaan sovittaa yhteen, niin että saadaan osista koostuva moniteholinssimuotti, ja kiinnittää, niin että saadaan pinta, jota voidaan käyttää piilolinssin lopulliseen valmistukseen käytettävän muotin valmistukseen. Nämä osat voidaan kiinnittää yhteen piilolinssimuotin valmistuksen yhteydessä ja erottaa sitten käytettäväksi myöhemmin uudelleen.

Viitataksemme kuvioon 8, vaikka tämän keksinnön yhtenä etuna on, että sekä lähi- että kaukopolttoväliä vastaavien osien pinta-alat voidaan pitää yhtä suurina riippumatta pupilin läpimitasta, on mahdollista valmistaa tämän keksinnön mukainen linssi, jossa lähi- ja kaukopolttoväliä vastaavien osien pinta-alojen suhde on ennalta määrätty, kuten kuviossa esitetään. Tämä on joskus edullista, koska lähelle näkeminen on erityisen vaikeaa hei-

koissa valaistusolosuhteissa. Kuvion esittämässä linssissä kauko- ja lähipolttoväliä vastaavien osien pinta-alojen suhde on vakio pupillin läpimitasta riippumatta.

5 Kuvio 9 esittää yhtä toista keksinnön suoritusmuotoa, jossa lähi- ja kaukopolttoväliä vastaavien osien pinta-alojen suhteesta voidaan tehdä pupillin läpimitasta riippuva. Tässä tapauksessa pupillin läpimitan ollessa
10 pieni lähi- ja kaukopolttoväliä vastaavien osien pinta-alat ovat yhtä suuret. Pupillin läpimitan kasvaessa, kuten heikoissa valaistusolosuhteissa, lähipolttoväliä vastaavan alueen suhde kaukopolttoväliä vastaavaan alueeseen kuitenkin kasvaa, kuten ammattimies pystyy helposti näkemään ja ymmärtämään. On helppo säätää tarpeen mukaan lähi- ja kaukopolttoväliä vastaavien osien pinta-alojen suhteen lisäksi
15 myös pistettä, jossa tapahtuu muutos, ja mikä tahansa näistä rakenteista on helppo valmistaa valamalla, kun ensimmäinen linssimuotti on muodostettu edellä kuvatulla tavalla.

20 Tämän keksinnön mukainen linssi antoi käytössä odotettuja tuloksia. Ikänäköpotilaalle valmistettiin kuvion 1 mukaista mallia oleva linssi, jossa kaukonäköosien taittokyky vastasi potilaan kaukolinssireseptiä ja lisätty taittokyky oli +2,00 dioptriaa. Todellinen linssirakenne oli -5,50 dioptriaa/-3,50 dioptriaa vuorottelevissa pallopin-
25 taisissa osissa.

Tällä potilaalla saadut kliiniset tulokset antavat sekä kauko- että lähinäkö tarkkudeksi 20/20. Stereoskooppi-
30 nen näkö mitattiin niin pieneksi kuin 20 kulmasekuntia. Tämä luku edustaa kliinisesti normaalia stereonäkötasoa sekä normaalinäköisillä, että taittovikaisilla, mukaan luettuina korjaavia silmälaseja käyttävät ikänäköiset.

Edellä oleva kuvaus on esitetty yksinomaan esimerkinnomaisesti, ja sitä voidaan muuntaa pysyen seuraavien patenttivaatimusten suoja-alan piirissä.

Patenttivaatimukset:

5 1. Taettava moniteholinssi valon kohdistamiseksi
silmän verkkokalvolle, t u n n e t t u siitä, että
siinä on useita osia, joista ainakin yhdellä on ei-
pallomainen pinnan kaarevuus,

10 yksi mainituista useista osista on ensimmäinen osa,
jolla on ensimmäinen, kaukonäköä korjaava taittokyky,
toinen mainituista useista osista on toinen osa,
jolla toinen, lähinäköä korjaava taittokyky, ja

mainittu toinen osa sijaitsee mainitun ensimmäisen
osan vieressä ja muodostaa sen kanssa yhteisen rajan.

15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainitut taittokyvyt saadaan aikaan
vaihtelemalla taitevan linssimateriaalin paksuutta.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainitut taittokyvyt saadaan aikaan
sijoittamalla taitevan linssimateriaalin paksuusvaihtelu
20 kaarevuudeksi linssin etupinnalle.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainitut useat osat ovat säteittäi-
siä osia, joiden rajat kulkevat säteittäisiä linjoja pit-
kin mainitun linssin keskipisteestä sen kehälle.

25 5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että kunkin, mainitun linssin kanssa
samankeskisen ympyrän ollessa kyseessä, mainitun ympyrän
sisälle jäävällä alueella kutakin mainittua taittovoimaa
vastaavien alueiden pinta-alojen suhde on suurin piirtein
sama kuin koko linssin alueella.

30 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainittu suhde osien mainittujen
pinta-alojen välillä on suurin piirtein 1:1.

35 7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainitun ensimmäisen osan ja maini-

tun toisen osan välisellä rajalla korkeusero on mainitun rajan kaikissa pisteissä pienempi kuin mikä muodostuisi, jos molempien useista osista muodostuvien ryhmien pinnat olisivat pallopintoja.

5 8. Patenttivaatimuksen 4 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainittu säteittäinen linja on ja-
na.

 9. Patenttivaatimuksen 4 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainittu säteittäinen linja on kaa-
10 reva linja.

 10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen piilolinssi,
t u n n e t t u siitä, että siinä on lisäksi kovera pin-
ta, joka soveltuu peittämään ihmissilmän ulkopinnan.

 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen linssi,
15 t u n n e t t u siitä, että siinä on lisäksi reunalieve,
joka ympäröi mainittujen osien ulkoreunaa.

 12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen linssi, t u n -
n e t t u siitä, että mainitulla toisella osalla on ei-
pallomainen pinnan kaarevuus.

20 13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen silmänsisäinen
linssi, t u n n e t t u siitä, että se soveltuu sijoit-
tettavaksi silmään.

 14. Menetelmä moniteholinssin valmistamiseksi, joka
on tarkoitettu valon kohdistamiseen silmän verkkokalvolle,
25 t u n n e t t u siitä, että

 valmistetaan ensimmäinen linssipintamuotti linssin
ensimmäistä taittokykyä varten,

 valmistetaan toinen linssipintamuotti linssin tois-
ta taittokykyä varten,

30 jaetaan kumpikin linssipintamuotti osiksi linjaa
pitkin, joka kulkee mainitun pintamuotin keskipisteestä
sen kehälle, niin että mainituista ensimmäisestä ja toi-
sesta linssipintamuotista peräisin olevat osat voidaan
istuttaa yhteen, jolloin muodostuu moniteholinssipinta-
35 muotti, jossa on ainakin yksi mainitusta ensimmäisestä

linssipintamuotista ja yksi mainitusta toisesta linssipintamuotista peräisin oleva osa.

5 15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu linssipintamuotti on kaarevan etupinnan muotti.

16. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen tehdään janan muodostavaa linjaa pitkin.

10 17. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen tehdään kaarevaa linjaa pitkin.

18. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu valaminen tehdään käyttämällä laimennusainetta.

15 19. Menetelmä moniteholinssin valmistamiseksi, joka on tarkoitettu valon kohdistamiseen silmän verkkokalvolle, tunnettu siitä, että

valmistetaan useita linssipintamuotteja, joista kullakin on erilainen taittokyky,

20 jaetaan kukin linssipintamuotti sarjaksi samankokoisia, keskenään vaihdettavissa olevia osia,

25 kootaan vähintään kahdesta erilaisesta, vähintään kahta erilaista taittokykyä vastaavasta linssipintamuottiryhmästä peräisin olevat mainitut osat yhdeksi linssipintamuotiksi, jossa on vähintään kaksi erilaista taittokykyä,

valetaan osista koostuva monitehopiilolinssi käyttämällä mainittua, edellä muodostettua osista koostuvaa pintamuottia,

30 jaetaan mainittu, edellä muodostettu osista koostuva pintamuotti osiin,

säilytetään mainitut kutakin taittokykyä vastaavat pintamuotin osat myöhempää uudelleenkäyttöä varten.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu linssipintamuotti on kaarevan etupinnan muotti.

21. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen tehdään janan muodostavaa linjaa pitkin.

22. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen tehdään kaarevaa linjaa pitkin.

23. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu valaminen tehdään käyttämällä laimennusainetta.

24. Orientoimaton, taettava monitehopiilolinssi valon kohdistamiseksi silmän verkkokalvolle, tunnettu siitä, että

siinä on useita osia, joiden pinnan kaarevuus on suurin piirtein pallomainen,

yksi mainituista useista osista on ensimmäinen osa, jolla on ensimmäinen, kaukonäköä korjaava taittokyky,

20 toinen mainituista useista osista on toinen osa, jolla toinen, lähinäköä korjaava taittokyky, ja

mainittu toinen osa sijaitsee mainitun ensimmäisen osan vieressä ja muodostaa sen kanssa yhteisen rajan.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainitut taittokyvyt saadaan aikaan vaihtelemalla taittavan linssimateriaalin paksuutta.

26. Patenttivaatimuksen 25 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainitut optiset taittokyvyt saadaan aikaan sijoittamalla taittavan linssimateriaalin paksuusvaihtelu kaarevuudeksi linssin etupinnalle.

27. Patenttivaatimuksen 24 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainitut useat osat ovat säteittäisiä osia, joiden rajat kulkevat säteittäisiä linjoja pitkin mainitun linssin keskipisteestä sen kehälle.

28. Patenttivaatimuksen 24 mukainen linssi, tunnettu siitä, että kunkin, mainitun linssin kanssa samankeskisen ympyrän ollessa kyseessä, mainitun ympyrän sisälle jäävällä alueella kutakin mainittua taittovoimaa vastaavien alueiden pinta-alojen suhde on suurin piirtein sama kuin koko linssin alueella.

29. Patenttivaatimuksen 28 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainittu suhde osien mainittujen pinta-alojen välillä on suurin piirtein 1:1.

30. Patenttivaatimuksen 24 mukainen linssi, tunnettu siitä, että siinä on lisäksi reunalieve, joka ympäröi mainittujen osien ulkoreunaa.

31. Patenttivaatimuksen 27 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainittu säteittäinen linja on jana.

32. Patenttivaatimuksen 27 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainittu säteittäinen linja on kaareva linja.

33. Menetelmä taittavan moniteholinssin valmistamiseksi, joka on tarkoitettu valon kohdistamiseen silmän verkkokalvolle, tunnettu siitä, että

jaetaan pinta useiksi osiksi,

muodostetaan ensimmäiseen osaan (joka on yksi mainituista useista osista) ei-pallomainen pinta, joka antaa mainitulle osalle ensimmäisen taittokyvyn, ja

muodostetaan toiseen osan (joka on toinen mainituista useista segmenteistä), joka on mainitun ensimmäisen osan vieressä ja muodostaa sen kanssa yhteisen rajan, toinen taittokyky.

34. Patenttivaatimuksen 33 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitut taittokyvyt saadaan aikaan vaihtelemalla taittavan linssimateriaalin paksuutta.

35. Patenttivaatimuksen 34 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitut optiset taittokyvyt

saadaan aikaan sijoittamalla taittavan linssimateriaalin paksuusvaihtelu kaarevuudeksi linssin etupinnalle.

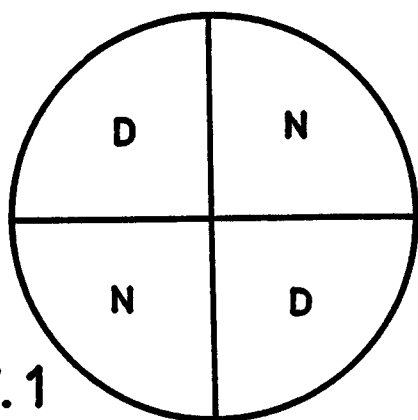
5 36. Patenttivaatimuksen 33 mukainen linssi, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen useiksi osiksi tehdään muodostamalla säteittäisiä osia, joiden rajat kulkevat säteittäisiä linjoja pitkin mainitun lins- sin keskipisteestä sen kehälle.

10 37. Patenttivaatimuksen 33 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitulla ensimmäisellä osalla, jolla mainittu ensimmäinen taittokyky, on sillä tavalla valittu mainittu ei-pallomainen pinnan kaarevuus, että mainitun ensimmäisen osan ja mainitun toisen osan välisellä rajalla korkeusero on mainitun rajan kaikissa pisteissä pienempi kuin mikä muodostuisi, jos molempien
15 useista osista muodostuvien ryhmien pinnat olisivat pallo- lopintoja.

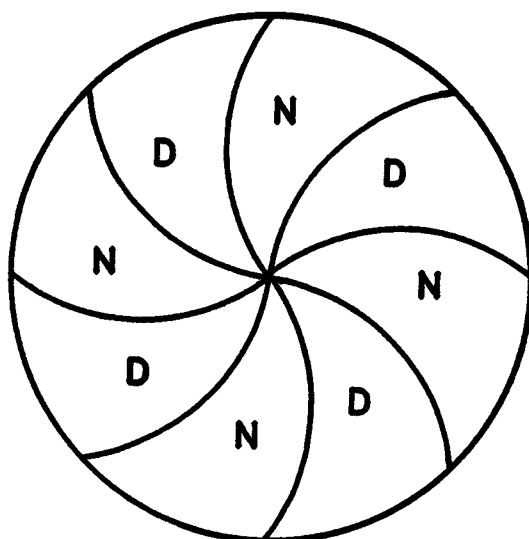
38. Patenttivaatimuksen 36 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen säteit- täistä linjaa pitkin tapahtuu janaa pitkin.

20 39. Patenttivaatimuksen 36 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainittu jakaminen säteit- täistä linjaa pitkin tapahtuu kaarevaa linjaa pitkin.

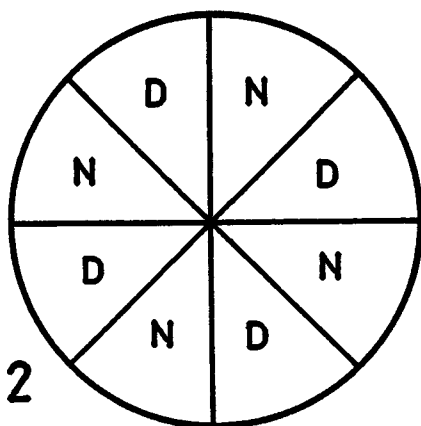
25 40. Patenttivaatimuksen 33 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että mainitun toisen osan tait- tokyky saadaan aikaan ei-pallomaisella pinnan kaarevuudel- la.



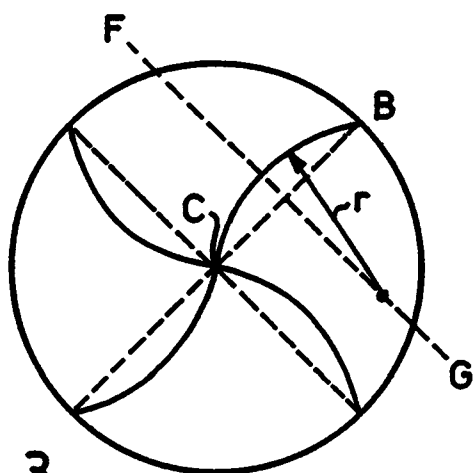
KUV. 1



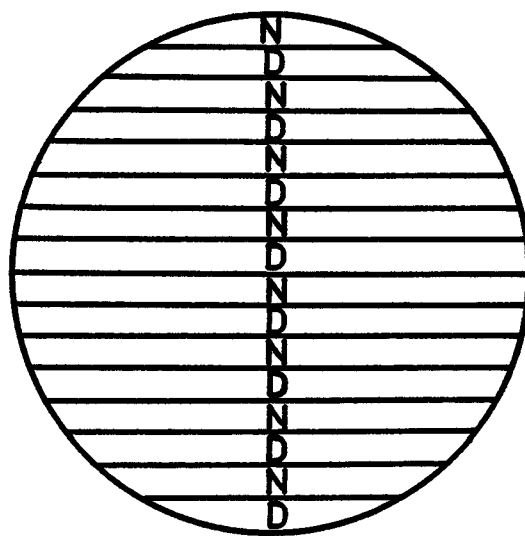
KUV. 4



KUV. 2

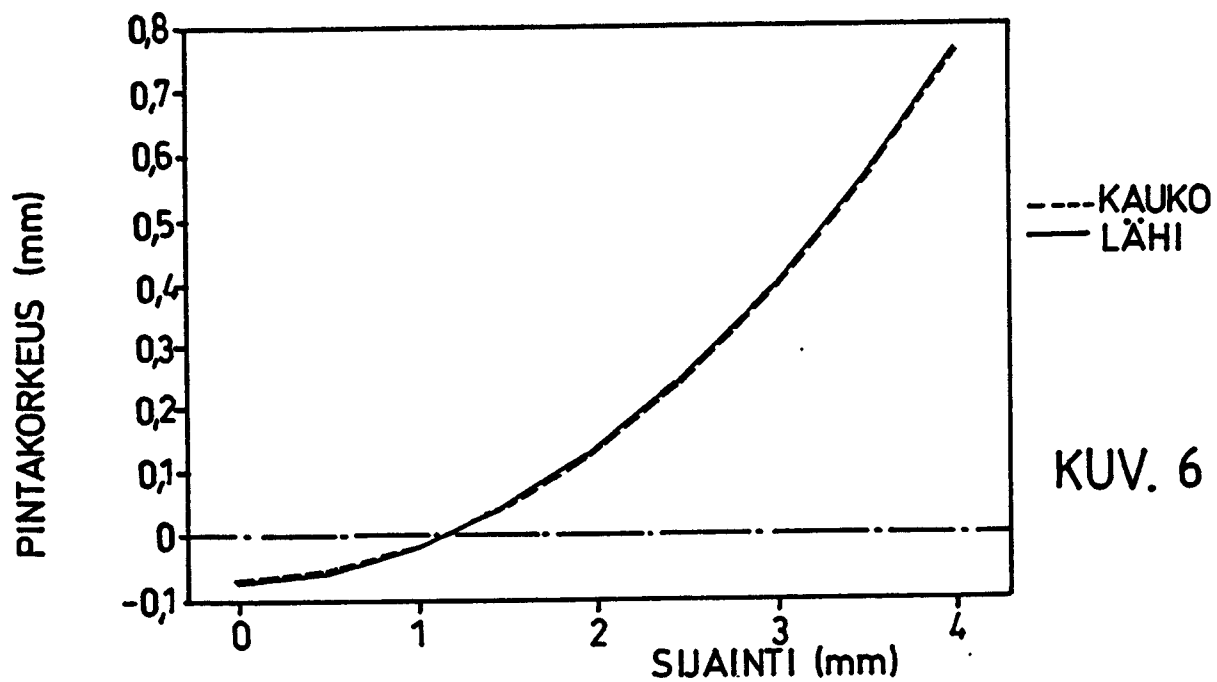


KUV. 3

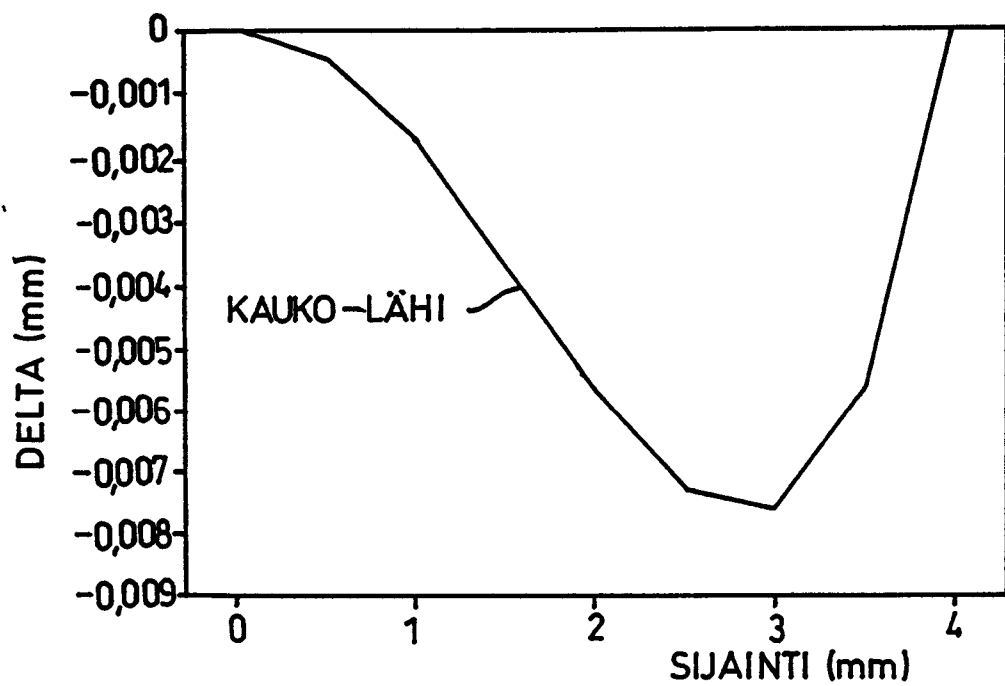


KUV. 5

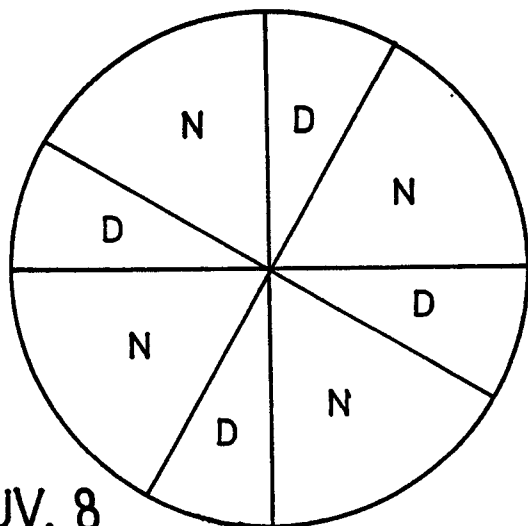




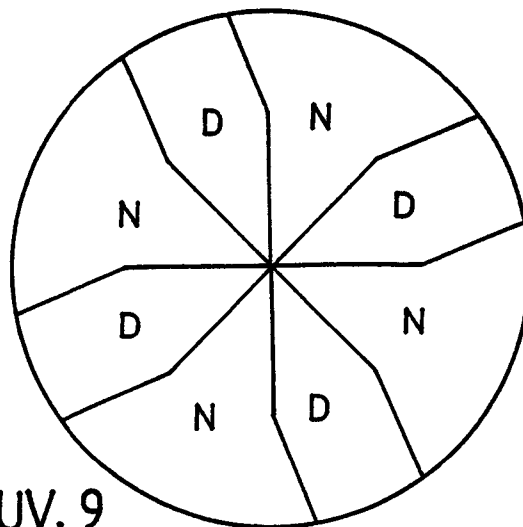
KUV. 6



KUV. 7



KUV. 8



KUV. 9

0805788