

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 823355 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **823355**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
G02B 1/04

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **01.10.1982**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **01.10.1982**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **06.04.1983**

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

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

05.10.1981 US 308,742

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Agripat AG, Schwarzwaldallee 215 Basel, Switzerland, SVEITSI, (CH)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Lee, Ping I., 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

Boraatilla ristsidottua polyvinyylialkoholia oleva piilolinssi.

Kontaktlins av med borat tvärbunden polyvinyllalkohol.

Boraatilla ristosidottua polyvinyylialkoholia
oleva piilolinssi - Kontaktlinser av med borat
tvärbunden polyvinylalkohol

Keksintö koskee boraatilla ristosidotusta polyvinyyli-
5 alkoholista valmistettuja pehmeitä piilolinsssejä.

Yleensä kärsivät tunnetut HEMA:sta, joka tunnetaan myös
hydroksietyyli-metakrylaattina tai etyleeniglykolimonometak-
rylaattina, johdettuihin polymeereihin perustuvat hydrogee-
10 liset pehmeät piilolinssimateriaalit joko alhaisesta mekaa-
nisesta lujuudesta, alhaisesta liuenneen hapen läpäisevyy-
destä tai näiden yhdistelmästä.

Polyvinyylialkoholikalvoja ja -geelejä on kuvattu sil-
män alempaan sidekalvopussiin asetettavina oftalmisina väli-
neinä antibiooteilla, esimerkiksi tetrasykliinillä, pilo-
15 karpiinilla tai atropiinilla kyllästettyinä. Tällaiset ma-
teriaalit ovat joko ristosidotun kalvon muodossa tai vesi-
liukoisena liuoksena tai geelinä. Kts. esimerkiksi Y.F.
Maichuk, *Ophthalmic Drug Inserts, Invest. Ophthalmol.*, Vol.
14, sivut 87-90 (1975); D.W. Lamberts, *Solid Delivery Devi-*
20 *ces, Int. Ophthalmol. Clinic*, Vol. 20, No. 3, sivut 68-69
(1980) ja Y.F. Maichuk, *Antibiotik*, Vol. 12, No. 4, sivut
432-5 (1967). Piilolinssimateriaaliksi on ehdotettu myös
glyoksaalilla ristosidottua polyvinyylialkoholia. Kts. US-
patenttijulkaisu 3.408.429. Valitettavasti on ristosidos-
25 reaktiosta johtuva asetaali- ja hemiasetaaliryhmien muodos-
tuminen reversiibeli heikosti happamissa olosuhteissa, josta
aiheutuu glyoksaalin mahdollista vapautumista ristosidotusta
materiaalista. Glyoksaalin tiedetään ärsyttävän ihoa ja li-
makalvoja.

30 Lisäksi tarvitaan ristosidottuihin hydrogeeleihin pe-
rustuvien pehmeiden piilolinssien valmistuksessa joko kal-
liita korjaus- ja kiillotusvaiheita tai vaivalloista keski-
pakoalua, jonka aikana suoritetaan myös in situ polymeroin-
ti ja ristositominen.

Edelleen on kuvattu boorihapon ja polyvinyyliasetaatin käyttöä polyvinyylialkoholikalvojen käsittelyssä kalvon muuttamiseksi himmeäksi. Kts. Chemical Abstracts, Vol. 66, ref. 76674f (1967). Keksinnön mukaiset boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia olevat piilolinssit omaavat kuitenkin 5 erinomaisen optisen kirkkauden ilman, että myöskään havaitaan tämän huononemista.

Alalla tunnetaan hydrofiilisiä polymeerejä ja niistä valmistettuja hydrogeelisiä pehmeitä piilolinssejä. Tällaiset 10 polymeerit perustuvat tavallisesti HEMA:an, joka tunnetaan myös hydroksietyylimetakrylaattina tai etyleeniglykolimonometakrylaattina, johon on liitetty yksi tai useampia muita komonomeereja US-patenttijulkaisuissa 2.976.576, 3.841.985 ja 3.985.697 kuvatuilla tavoilla. US-patenttijulkaisuissa 3.639.524 ja 3.929.741 on kuvattu muita, N-vinyyli- 15 pyrrolidonikopolymeereihin ja alkyylimidikopolymeereihin perustuvia hydrogeelejä. Nämä aiemmin tunnetut hydrogeelipolymeerit kärsivät joko alhaisesta mekaanisesta lujuudesta, riittämättömästä liuenneen hapen läpäisevyydestä tai näiden yhdistelmästä. Yritykset lisätä hapen läpäisevyyttä lisäämällä hydrogeelien vesipitoisuutta johtavat linssimateriaalien yhä huonompaan mekaaniseen lujuuteen, jolloin niistä 20 tulee äärimmäisen hauraita.

Tämän keksinnön tarkoituksena on tuottaa pehmeitä piilolinssejä, joilta puuttuvat mainitut aiemmin tunnetut haitat 25 tai nämä ovat huomattavasti alentuneet.

Keksinnön lisäkohteena on tuottaa boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia olevia piilolinssejä, jolloin ristisidottu linssit ovat kyynelnesteeseen oleellisesti liukenemattomia, niiden vesipitoisuus ja liuenneen hapen läpäisy- 30 kyky ovat korkeat ja mekaaninen kestävyys erinomainen.

Keksinnön kohteena on edelleen nopeiden, yksinkertaisten, kustannuksiltaan alhaisten muovaus- ja keskipakovalumenetelmien kehittäminen tällaisten linssien valmistamiseksi.

35 Keksinnöllä tuotetaan optisesti kirkkaita pehmeitä piilolinssejä paisutetusta kiinteästä polyvinyylialkoholista,

jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000 ja joka on ristisidottu tehokkaalla määrällä boraattia sen kimmomodulin suurentamiseksi, mainittujen linssien ollessa oleellisesti kyynelneesteeseen eli käyttöympäristöönsä liukenemattomia.

Edullisesti on polyvinyylialkoholin painokeskimääräinen molekyylipaino vähintään noin 10 000.

Polyvinyylialkoholin painokeskimääräisen molekyylipainon ylärajana on 1.000.000. Edullisesti on polyvinyylialkoholin painokeskimääräinen molekyylipaino korkeintaan 300.000.

Polyvinyylialkoholi valmistetaan tavallisesti hydrolysoimalla vastaavaa polyvinyyliasetaattia. Edullisen sovellutusmuodon mukaan polyvinyylialkoholi sisältää vähemmän kuin yhden prosentin polyvinyyliasetaattiyksikköjä.

Edelleen voi polyvinyylialkoholi sisältää vähäisiä määriä mm. etyleenin, propyleenin, akryyliamidin, metakryyliamidin, dimetakryyliamidin, hydroksietyylimetakrylaatin, metyylimetakrylaatin, metyyliakrylaatin, etyyliakrylaatin, vinyylipyrrolidonin, hydroksietyyliakrylaatin ja allyylialkoholin kopolymeeriyksikköjä. Polymeerin ei edullisesti tulisi sisältää enempää kuin 5% muita kuin vinyylialkoholiyksikköjä. Edullisimmin sisältää polyvinyylialkoholi vähemmän kuin yhden prosentin tällaisia kopolymeeriyksikköjä.

Voidaan käyttää kaupallisia polyvinyylialkoholihartseja, kuten ELVANOL 71-30, jota valmistaa DuPont, tai Vinol 125, jota valmistaa Air Products, Inc.

Edullisesti on ristisidottava polyvinyylialkoholi oleellisesti veteen liukenematon lämpötilaan 50°C, edullisimmin 60°C saakka.

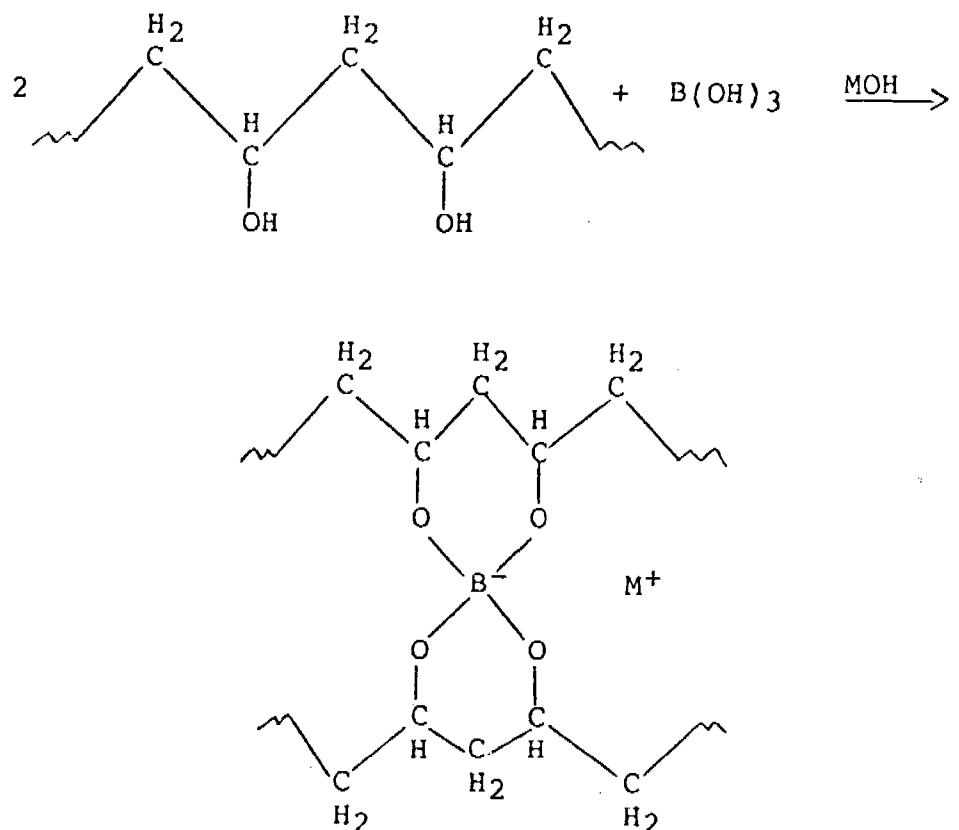
Ristisitomiseen sopiviin boraatteihin kuuluvat alkali- metalli- ja maa-alkalimetalliboraatit, ammoniumboraatit ja amiiniboraatit. Näistä mainittakoon esimerkkeinä mm. ammoniumboraatti, $\text{NH}_4\text{HB}_4\text{O}_7 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$; kalsiummetaboraatti, $\text{Ca}(\text{BO}_2)_2$; kalsiummetaboraatti-heksahydraatti, $\text{Ca}(\text{BO}_2)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$; kalsiumtetraboraatti, CaB_4O_7 ; litiummetaboraatti,

LiBO₂; litiumtetraboraatti, Li₂B₄O₇·5 H₂O; kaliummetaboraatti, K₂B₄O₇·5 H₂O; natriummetaboraatti, Na₂B₂O₄ ja sen tetrahydraatti, Na₂B₂O₄·4 H₂O; natriumtetraboraatti, Na₂B₄O₇, sen pentahydraatti, Na₂B₄O₇·5 H₂O ja dekahydraatti, Na₂B₄O₇·10 H₂O; metyyliammoniumvetytettraboraatti, NH₃CH₃HB₄O₇ ja dimetyyliammoniumvetytettraboraatti, NH₂(CH₃)₂HB₄O₇.

Ristisitomisessa voidaan käyttää myös boorihappoa edellyttäen, että vesiliuoksen pH säädetään suuremmaksi kuin 7.

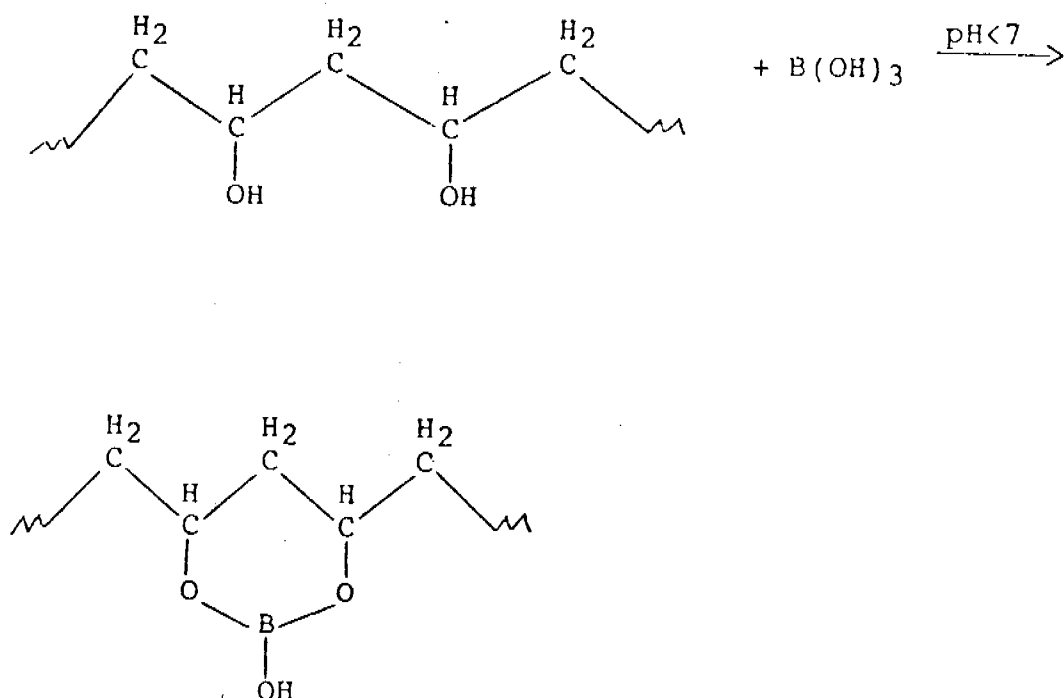
Käytettäessä boraattisuolaa tuomaan boraattianioneja vesiliuokseen ei kationiosuuden luonne ole kriittinen. Muvavuussyistä on kuitenkin edullista, että kationi on farmaseuttisesti hyväksyttävä. Tällä vältetään pesuvaihe, jossa ristisidottua materiaalia pestään farmaseuttisesti hyväksyttävällä emäksellä tai suolalla ei-toivotun kationin poistamiseksi.

Rajoittumatta tarkkaan reaktiomekanismiin, jolla polyvinyylialkoholin ristisitominen boraatin avulla pH-arvossa yli 7 tapahtuu, uskotaan polyvinyylialkoholin vierekkäisten molekyylien välillä tapahtuvaa diolikompleksin muodostumisen seuraavasti:



jolloin M on kationi.

Happamissa olosuhteissa, ts. pH:n ollessa alle 7, uskotaan muodostuvan vain monodiolikompleksin eikä tapahdu toivottua ristisitoutumista:



- 5 Ristisidotussa polyvinyylialkoholissa läsnä olevan booraatin määrä, ilmaistuna milligrammoina kompleksoitua booria grammaa polyvinyylialkoholia kohti, on edullisesti noin 0,5 - 50, edullisemmin noin 2 - 35, kaikkein edullisimmin noin 5 - 25.
- 10 Ristisidotussa polyvinyylialkoholissa läsnäolevan boorin määrän tulisi olla riittävä lisäämään ristisidotun materiaalin kimmomodulia verrattuna lähtöaineena toimivaan ristisittomattomaan polyvinyylialkoholiin. Boorin optimimäärä, joka oleellisesti kasvattaa kimmomodulia, vaihtelee luonnollisesti
- 15 jossain määrin riippuen muun muassa molekyylipainojakautumasta ja polyvinyylialkoholin paisuvuudesta vedessä. Boorin optimimäärä missä tahansa polyvinyylialkoholisubstraatissa voidaan määrittää helposti vaihtelemalla boorin määrää polyvinyylialkoholinäytteissä ja vertaamalla graafisesti boorin suh-

teellista määrää polyvinyylialkoholissa, mg/g, kimmomoduliin, lb/in² tai kg/cm².

Ristisidotun boorin huomattava ylimäärä polyvinyylialkoholisubstraatissa ei yleensä ole toivottavaa, koska se voi
5 vaikuttaa polyvinyylialkoholin kimmomodulia alentavasti.

Keksinnön mukaisilla boraatilla ristisidotuilla piilolinssillä on ylivoimainen hapen läpäisykyky verrattuna esimerkiksi polyhydroksietyylimetakrylaattiin. Ristisidotun polyvinyylialkoholin liuenneen hapen läpäisykyky, DK, on noin
10 $20 \times 10^{-10} - 60 \times 10^{-10}$ {cm³ (STP) cm/cm² sek cm Hg}, kun se polyhydroksietyylimetakrylaatilla on $8 \times 10^{-10} - 15 \times 10^{-10}$ {cm³ (STP) cm/cm² sek cm Hg}.

Vastaavasti on keksinnön mukaisten boraatilla ristisidottujen piilolinssien vetolujuus paljon suurempi kuin polyhydroksietyylimetakrylaatilla. Boraatilla ristisidottujen
15 polyvinyylialkoholimateriaalien vetolujuus paisutettuina on tyypillisesti noin 100 - 2000 psi, perustuen materiaalin alkuperäiseen poikkipinta-alaan, kun se polyhydroksietyylimetakrylaatilla on noin 15-30 psi.

20 On tärkeätä havaita, että liuenneen hapen läpäisevyys, DK, on ainoastaan piilolinssimateriaalin sisäinen ominaisuus, kun taas liuenneen hapen todellinen läpäisykyky, DK/L, kuvaa todellista happivuota paksuudeltaan L olevan linssin eri puolilla vallitsevien hapen osapaineiden erotusta kohti. Tämä
25 jälkimmäinen arvo on siis tärkeä arvioitaessa tietyn linssin kykyä täyttää sarveiskalvon happitarve. Saman linssimateriaalin liuenneen hapen todellinen läpäisykyky, DK/L, on yleensä sitä korkeampi mitä pienempi on linssin paksuus.

Seurauksena keksinnön mukaisten materiaalien erinomaisten vetolujuus-, kimmomoduli- ja liuenneen hapen läpäisevyys-
30 ominaisuuksien yhdistelmästä, voidaan piilolinssijä valmistaa joko hyvin ohuina piilolinssinä, joiden keskiosan paksuus on esim. noin 0,010 - 0,1 mm ja joilla on riittävän korkea liuenneen hapen läpäisykyky tyydyttämään sarveiskalvon
35 happitarpeen jatkuvan käytön aikana, mutta joiden mekaaninen

lujuus silti on huomattavan hyvä, tai vaihtoehtoisesti suhteellisen paksuina linsseinä, joiden keskiosan paksuus on esim. noin 0,2 - 0,5 mm ja joilla on vielä riittävä hapen läpäisykyky.

- 5 Boraatilla ristosidottujen polyvinyylialkoholimateriaalien erinomainen optinen kirkkaus, pehmeys ja koko pinnan kostuminen kyynelnesteen vaikutuksesta (johtuen pienestä kohtauskulmasta) tekevät ne lisäksi erityisen sopiviksi pehmeinä piilolinssinä käytettäväksi tuottaen käyttömukavuutta, hyvin optisen tarkkuuden sekä tarvittavan näön korjauksen asiakkaille.

- 10 Keksinnön mukaisten piilolinssien keskustan paksuus voi edullisesti olla noin 0,010 - 0,5 mm. Tavallisesti se on mukavuussyistä noin 0,03-0,25 mm. Piilolinssin halkaisija voi vaihdella välillä noin 6-20 mm, edullisesti välillä noin 8-16 mm.

- 15 Keksinnön mukaisten boraatilla ristosidottujen polyvinyylialkoholimateriaalien venymisominaisuudet ja kimmomoduli ovat erinomaiset verrattuina polyhydroksietyylietakrylaattiin.

- 20 Boraatilla ristosidotuilla polyvinyylialkoholimateriaaleilla on huomattava kestävyys viskoelastista muodonmuutosta vastaan verrattuna ristositomattomaan polyvinyylialkoholiin, ja ne ovat tästä syystä vapaita nk. "cold flow" tai "creep"-ilmiöstä jatkuvan huoneenlämmön tai jatkuvan rasituksen aiheuttamasta hitaasta muodonmuutoksesta, jota yleisesti esiintyy amorfisilla termoplastisilla linssimateriaaleilla. Koska keksinnön mukaisilta boraatilla ristosidotuilta polyvinyylialkoholimateriaaleilta oleellisesti puuttuu
25
30 taipumus edellämainittuihin muodonmuutoksiin, ei silmäluomen liikkuminen tai linssin puhdistaminen aiheuta niihin pysyviä tai merkittäviä muodonmuutoksia.

- 35 Hämmästyttävästi liittyy boraatilla ristosidottua polyvinyylialkoholia olevien piilolinssimateriaalien kimmomodulin suurenemiseen, verrattuna käsittelemättömään polyvinyy-

lialkoholiiin (ei-ristisidottuun), niiden vetolujuuden ja murtovenymän kasvu.

Ristisidottua polyvinyylialkoholia olevat piilolinssit sisältävät paisuneessa käyttötilassa noin 30-97 paino-%, edullisesti noin 45-95 paino-% vettä paisuneesta materiaalis-
5 ta laskettuna.

Keksinnön mukaisia piilolinssijä voidaan edullisesti valmistaa erilaisin menetelmin.

Erään sovellutusmuodon, menetelmän A, mukaan boraatila-
10 la ristisidottu polyvinyylialkoholilinssi valmistetaan vaiheittain, jolloin menetelmälle on tunnusomaista, että

1) sekoitetaan polyvinyylialkoholia, jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000 ja riittävä määrä vettä, plastisoivan aineen läsnäollessa tai ilman
15 sitä, lämpötilassa noin 50-100°C, seoksen muuttamiseksi sulaksi nestemassaksi, joka lämpötilassa alle noin 50°C kykenee kiinteytymään oleellisesti muotonsa säilyttäväksi vesipitoiseksi geeliksi;

2) siirretään saatu sula massa muottiin, jossa on oleellisesti piilolinssin muotoa vastaavat kovera ja kupera pinta;
20

3) jäädytetään muotti noin 50°C:n lämpötilan alapuolelle mainitun sulan massan kiinteyttämiseksi oleellisesti muotonsa säilyttäväksi, piilolinssin muotoiseksi polyvinyylialkoholin vesipitoiseksi geeliksi;

4) poistetaan oleellisesti muotonsa säilyttävä, polyvinyylialkoholin vesipitoista geeliä oleva piilolinssi muotista;
25

5) saatetaan reagoimaan polyvinyylialkoholin kimmomodulin suurentamiseen tarvittava määrä boraattia oleellisesti
30 muotonsa säilyttävän, polyvinyylialkoholilinssin vesipitoisen geelin kanssa vesipitoisessa väliaineessa pH-arvossa yli 7 boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholikompleksia olevan piilolinssin muodostamiseksi; ja

6) otetaan talteen boraatilla ristisidottua polyvinyyli-
35 alkoholia oleva piilolinssi.

Edullisiin plastisoiviin aineisiin kuuluvat polyolit, kuten etyleeniglykoli, propyleeniglykoli, glyseroli ja etyleeniglykolimono- ja dimetyylieetteri, tetrahydrofuraani, natriumtiosyanaatti, ammoniumtiosyanaatti, etanoliamiini-
 5 suolat, kuten trietanoliamiiniasetaatti ja trietanoliamiinihydrokloridi, formamidi, dimetyyliformamidi ja dimetyyli-sulfoksidi.

Edullisimmin on plastisoiva aine glyseroli tai propyleeniglykoli.

10 Käytettäessä polyolia olevaa plastisoivaa ainetta, kuten etyleeniglykolia, propyleeniglykolia tai glyserolia sekoitusvaiheessa 1, se poistetaan edullisesti vaiheen 4 vesipitoisesta geelistä pesemällä polyvinyylialkoholilinssiä vedellä ennen polyvinyylialkoholin ristisitomista boraatilla
 15 vaiheessa 5.

Menetelmän A erään sovellutuksen mukaan vaiheen 5 boraatti on boraattisuolan muodossa. Edullisia suoloja ovat alkalimetalli-, maa-alkalimetalli-, amiini- ja ammoniumsuolat. Edullisin on natriumtetraboraatti.

20 Menetelmän A vaihtoehtoisen sovellutusmuodon mukaan boorihappoa lisätään vaiheen 5 vesipitoiseen väliaineeseen ja väliaineen pH säädetään suuremmaksi kuin 7 sopivalla emäslisäyksellä. Edullisiin emäksiin kuuluvat mm. alkalimetallihydroksidit, ammoniumhydroksidi ja maa-alkalimetallihydroksidit. Edullisimpia ovat natriumhydroksidi, kalium-
 25 hydroksidi ja ammoniumhydroksidi.

Menetelmän A toisen vaihtoehtoisen sovellutuksen mukaan boorihappoa lisätään vaiheen 1 polyvinyylialkoholista ja vedestä koostuvaan väliaineeseen, jolloin muodostetaan
 30 oleellisesti ei-ristisidottu monodioli-boraatti-kompleksi, ja vaiheessa 5 lisätään riittävä määrä emästä pH:n kohottamiseksi arvoon yli 7, jolloin muodostuu ristisidottu boraattikompleksi polyvinyylialkoholin kanssa. Tässä sovellutuksessa vaiheen 1 sekoittaminen suoritetaan ilman polyoli-
 35 plastisoijaa, kuten etyleeniglykolia, propyleeniglykolia

tai glyserolia, koska polyoleilla on taipumus reagoida boorihapon kanssa.

Vaihtoehtoisen sovellutusmuodon, menetelmän B, mukaan boraatilla ristosidottu polyvinyylialkoholilinssi valmistetaan vaiheittain, jolloin menetelmälle on tunnusomaista, että

1) liuotetaan kohotetussa lämpötilassa veteen polyvinyylialkoholia, jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000, plastisoivan aineen läsnäollessa tai ilman sitä, homogeenisen liuoksen muodostamiseksi, joka kuivuksessaan kykenee kiinteytymään oleellisesti muotonsa säilyttäväksi geeliksi;

2) siirretään mainittu homogeeninen liuos muottiin, jossa on kovera, edullisesti jatkuvasti ylöspäin kaareutuva, kiinteä kannatuspinta, jonka ulottuvuus on sama tai suurempi kuin muodostettavalla linssillä, pyöritetään muottia kannatuspinnan suhteen kohtisuoran akselin ympäri nopeudella, joka on riittävä aikaansaamaan mainitun homogeenisen liuoksen liikkeen säteen suunnassa ulospäin keskipakovoiman vaikutuksesta, samalla kun liuoksesta haihdutetaan vettä, ajan, joka on riittävä kuivaamaan seoksen oleellisesti muotonsa säilyttäväksi polyvinyylialkoholigeeliksi, joka oleellisesti vastaa piilolinssin muotoa;

3) poistetaan muotista oleellisesti muotonsa säilyttävä polyvinyylialkoholigeeli piilolinssin muodossa;

4) saatetaan reagoimaan polyvinyylialkoholin kimmomodulin suurentamiseen tarvittava määrä boraattia oleellisesti muotonsa säilyttävän polyvinyylialkoholilinssigeelin kanssa vesipitoisessa väliaineessa pH-arvossa yli 7 boraatilla ristosidottua polyvinyylialkoholikompleksia olevan piilolinssin muodostamiseksi; ja

5) otetaan talteen boraatilla ristosidottua polyvinyylialkoholia oleva piilolinssi.

Sopivia plastisoivia aineita ovat edellä menetelmän A yhteydessä mainitut. Menetelmässä B, käytettäessä polyolia

olevaa plastisoivaa ainetta, kuten propyleeniglykolia, etyleeniglykolia tai glyserolia liuotusvaiheessa 1, poistetaan se edullisesti pesemällä linssiä vedellä muotista poistamisen jälkeen, ennen ristisitomisvaihetta 5.

- 5 Menetelmän B vaiheessa 1 suoritetaan polyvinyylialkoholin liuottaminen plastisoivan aineen ja veden seokseen edullisesti kuumentamalla plastisoiva aine, vesi ja polyvinyylialkoholi kohotettuun lämpötilaan välille 50 ja 100°C.

- Käytettäessä plastisoivaa ainetta menetelmissä A ja B on sen määrä polymeerin painosta laskettuna noin 0,01-30 paino%, edullisesti 0,01-15 paino-%.

Menetelmän B vaiheen 1 homogeeninen liuos sisältää liuoksen painosta laskettuna edullisesti 5-30 paino-%, edullisimmin 10-20 paino-% polyvinyylialkoholipolymeeria.

- 15 Kuten menetelmässä A voidaan boorihappo lisätä menetelmän B vaiheessa 1 ristisitomattoman monodiolikompleksin muodostamiseksi, joka muutetaan boraatilla ristisidotuksi polyvinyylialkoholikompleksiksi vaiheessa 4 kohottamalla pH arvoon yli 7, tai boorihappo voidaan lisätä vaiheen 4 vesiväli-
- 20 aineeseen ja säätää sen pH arvoon yli 7 emäslisäyksellä, tai vaiheen 4 boraatti on boraattisuolan muodossa kuten menetelmässä A.

- Toisen vaihtoehtoisen sovellutusmuodon, menetelmän C, mukaan boraatilla ristisidottu polyvinyylialkoholilinssi valmistetaan vaiheittain, jolloin menetelmälle on tunnusomaista, että
- 25

- 1) asetetaan mahdollisesti plastisoivaa ainetta sisältävä polyvinyylialkoholikalvo, jolloin polyvinyylialkoholin painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000, ensimmäiseen esikuumennettuun muottiin, jossa on piilolinssin yhden pinnan muotoa vastaava kupera tai kovera pinta, kalvon pehmentämiseksi;
- 30

- 2) muodostetaan siitä linssimateriaali toisella leikkavalla ja muotoilevalla muotilla, jossa on piilolinssin toisen pinnan muotoa vastaava kovera tai kupera pinta, jolloin
- 35

muotit yhdessä muodostavat sisälleen mainittua polyvinyyli-alkoholia sisältävän ontelon, joka oleellisesti vastaa piilolinssin muotoa;

3) jäähdytetään yhteenliitettyjä muotteja riittävästi, jotta ontelossa oleva polyvinyylialkoholi kovettuu piilolinssin muotoiseksi, oleellisesti muotonsa säilyttäväksi kappaleeksi;

4) irrotetaan muotit ja poistetaan niistä piilolinssin muotoinen, oleellisesti muotonsa säilyttävä polyvinyylialkoholikappale;

5) saatetaan reagoimaan polyvinyylialkoholin kimmomodulin suurentamiseen tarvittava määrä boraattia oleellisesti muotonsa säilyttävän polyvinyylialkoholikappaleen kanssa vesipitoisessa väliaineessa pH-arvossa yli 7 boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholikompleksia olevan piilolinssin muodostamiseksi; ja

6) otetaan talteen boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia oleva piilolinssi.

Menetelmän C vaihtoehtoisen sovellutusmuodon mukaan voidaan polyvinyylialkoholikalvo valmistaa sinänsä tunnetuilla menetelmillä.

Polyvinyylialkoholikalvo voidaan esimerkiksi valaa haihduttaen vesiliuoksesta joko plastisoivan aineen läsnäollessa tai ilman sitä.

Haluttaessa voidaan käyttää plastisoivaa ainetta, kuten menetelmän A yhteydessä mainittua, komponenttina menetelmän C vaiheen 1 polyvinyylialkoholikalvossa noin 0,01-30 paino-%, edullisesti noin 0,01-15 paino-% polyvinyylialkoholin painosta. Käytettäessä plastisoivaa ainetta menetelmän C vaiheessa 1, voidaan se poistaa vaiheen 4 valetusta piilolinssistä ennen reaktiota vaiheessa 5. Plastisoivan aineen oleellinen poisto on erityisen toivottavaa sen ollessa polyoli, kuten etyleeniglykoli, propyleeniglykoli tai glyseroli ja se suoritetaan pesemällä vedellä vaiheen 4 valettua piilolinssiä.

Menetelmän C vaihtoehtoisen sovellutuksen mukaan voidaan boorihappo tuoda vaiheen 1 polyvinyylialkoholikalvoon esimerkiksi valamalla kalvo halutun määrän boorihappoa sisältävästä polyvinyylialkoholin vesiliuoksesta oleellisesti ilman polyoli-plastisoijaa. Tässä sovellutusmuodossa boorihappo on vaiheen 1 kalvossa oleellisesti ei-ristisidottuna monodioli-boraattikompleksina, ja vaiheessa 5 lisätään riittävä määrä emästä kohottamaan pH arvoon yli 7, jolloin muodostuu boraatilla ristisidottu kompleksi polyvinyylialkoholin kanssa. Vaihtoehtoisesti voidaan boorihappo lisätä vaiheen 5 vesiväliaineeseen ja sen pH säätää arvoon yli 7 emäslisäyksellä, tai vaiheen 5 boraatti on boraattisuolan muodossa kuten menetelmässä A.

Menetelmillä A, B ja C voidaan edullisesti valmistaa ihmissilmässä käytettäviä pyöreitä, torusmaisia ja polyfokaalisia, myös bifokaalisia linssejä, joiden voimakkuudet vaihtelevat alueella noin -20 - +20 diopteria. Näin voivat menetelmissä A, B ja C muottien muutoin koverat pinnat käsitellä tasaisia tai kuperia alueita silloin kun halutaan kokonaan negatiivinen diopteri tai moninkertaisia dioptereita.

Keksinnön mukaiset boraatilla ristisidotut polyvinyylialkoholilinssit paisuvat käyttöolosuhteissa veden vaikutuksesta ja tämä on otettu huomioon linssimuottien mittoja määrittäessä. Tällöin linssimuottien mitat lasketaan perustuen paisumisen määrään, joka tapahtuu linssin valamisen jälkikäsitteilyssä, kuten ristisitomiskäsittelyssä boraattia vesiliuoksessa käyttäen. Koska paisunut linssi on oleellisesti homogeeninen ristisidotun polyvinyylialkoholin suhteen, on laskutoimitus yksinkertainen ja riippuu piilolinssissä paisuneessa käyttötilassa olevasta veden määrästä verrattuna linssissä olevan veden määrään sitä muotissa valmistettaessa.

Ammattimiehelle on selvää, että tuotaessa boraatti menetelmien A, B ja C reaktiovaiheeseen, se diffundoituu vesiväliaineesta paisuneeseen linssiin ja saavuttaa lopulta suhteellisen tasaisen ristisitomistiheyden paisuneessa linssissä. Boraatin ollessa monodiolikompleksina polyvinyylialkoho-

lissa ennen ristisitomista, se on oleellisesti tasaisesti jakaantuneena linssiin.

Edulliset ja edullisimmat menetelmissä B ja C käytettävät plastisoivat aineet, emäkset ja boraattisuolat ovat samat kuin menetelmän A sovellutusmuotojen yhteydessä esitetyt.

Edellä esitettyjen, keksinnön mukaisten boraatilla ristsidottua polyvinyylialkoholia olevien piilolinssien monien edullisten ominaisuuksien lisäksi on keksinnön mukaisille linsseille luonteenomaista myös boraatin odottamattoman alhainen erkautuminen mainituista linsseistä käyttöolosuhteissa. Tästä johtuen ovat linssit huomattavan stabiileja.

Keksinnön mukaiset linssit ovat myös hyvin vastustuskykyisiä bakteerihyökkäyksiä vastaan toisin kuin ei-ristisidottua polyvinyylialkoholia olevat linssit.

Keksinnön mukaisia piilolinssijä voidaan edullisesti varastoida isotonisessa liuoksessa, jonka pH on noin 7 tai haluttaessa boraatin vesiliuoksessa.

Seuraavat esimerkit on tarkoitettu vain keksintöä kuvaamaan sitä rajoittamatta. Kaikki osat ovat paino-osia, ellei toisin mainita.

Esimerkit 1-3 kuvaavat keksinnön mukaisen pehmeän piilolinssin valmistusmenetelmiä.

Esimerkki 1:

Kaksi osaa Elvanol 71-30 (99-100 mooli-% hydrolysoitua polyvinyylialkoholia, jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on 116.000 ja lukukeskimääräinen molekyylipaino on 40.000, valm. DuPont) sekoitettiin kahden osan glyserolia ja neljän osan tislattua vettä kanssa lietteeksi, jonka alennut sulamispiste oli noin 90°C. Lietettä kuumennettiin uunissa lämpötilassa 100°C, kunnes saavutettiin sula tila. Noin 0,1 g sulaa massaa asetettiin linssin muotoisen muotin, jonka kaareva säde oli 0,6 cm ja joka oli esikuumennettu lämpötilaan 100°C, koveran osan syvennykseen.

Tämän jälkeen muotin vastaava kupera osa, jonka kaareva säde oli 0,71 cm ja joka myös oli esikuumennettu lämpöti-

laan 100°C, asetettiin mainitun syvennyksen päälle ja puristettiin laboratoripuristimessa.

Muotin annettiin jäähtyä vähitellen huoneen lämpötilaan ja asetettua noin 10 tunnin ajan ennen muotin avaamista täydellisen geeliytymisen ja linssin muodostumisen varmistamiseksi.

Linssin muotoista kappaletta pestiin tislatussa vedellä yön yli jäännösglyserolin poistamiseksi. Paisutetun linssin annettiin tasapainottua ristisitoutumisen täydentämiseksi 0,5-prosenttisessa natriumboraatin vesiliuoksessa, jonka pH oli 9,2. Ristisidottua linssiä säilytettiin isotonisessa suolaliuoksessa (pH 7,0). Muodostettu linssi oli pehmeä, joustava, kyynelnestettä kestävä ja optisesti kirkas ja sen vesipitoisuus tasapainotilassa oli 79,72 paino-%.

Esimerkki 2:

Polyvinyylialkoholikalvo, jonka kuivapaksuus oli 0,038 mm ja joka sisälsi plastisoivana aineena 3,4 % glyserolia valettiin Elvanol 71-30:n 18-prosenttisesta vesiliuoksesta, joka alunperin sisälsi 0,6 % glyserolia ja tämän jälkeen kuivattiin kahden päivän ajan lämpötilassa 23°C ilmassa, jonka suhteellinen kosteus oli 40 %.

Näin muodostettua läpikuultavaa ja termoplastista polyvinyylialkoholikalvoa puristettiin laboratoripuristimessa noin 10 sekunnin ajan esimerkin 1 kahden muotin osan välissä paitsi, että muotin kuperan osan kaarevan säteen halkaisija oli 0,635 cm ja että muotti esilämmitettiin lämpötilaan 180°C. Näin muodostettiin ja erotettiin kalvosta linssin muotoinen kappale. Linssi poistettiin muotista ja jäähdytettiin huoneen lämpötilaan.

Muodostettua linssiä pestiin tislatussa vedessä yön jäännösglyserolin poistamiseksi. Paisutetun linssin annettiin tämän jälkeen ristisitomisen täydentämiseksi tasapainottua 0,5-prosenttisessa natriumboraatin vesiliuoksessa, jonka pH oli 9,2. Linssiä säilytettiin isotonisessa suolaliuoksessa (pH 7,0). Näin muodostettu linssi oli pehmeä, joustava, kyynelnestettä kestävä ja optisesti kirkas ja sen vesipitoisuus

tasapainotilassa oli 48.85 paino-%.

Esimerkki 3:

0,34 % glyserolia sisältävä polyvinyylialkoholin 10-prosenttinen vesiliuos valmistettiin liuottamalla sopivat
5 määrät Elvanol 71-30 ja glyserolia veteen lämpötilassa 100°C. Saadun liuoksen Brookfield-viskositeetti huoneen lämpötilassa (23°C) oli noin 1500 cps.

Noin 43 mg mainittua liuosta asetettiin lasimuottiin, jossa oli kiinteä, pyöreä, kovera kannatuspinta, jonka kaa-
10 revan säteen pituus oli 0,5 cm. Muotti, jonka segmentin korkeus oli 0,4 cm asetettiin kannattimeen ja sen annettiin pyöriä kannatuspintaan nähden kohtisuoran akselin ympäri nopeudella 350 kierrosta minuutissa (rpm) käyttäen nopeudeltaan vaihdeltavissa olevaa moottoria. Pyörittäminen ei ainoastaan
15 muovannut linssiä keskipakovoiman vaikutuksesta, vaan kehitti ympäröivän ilman virtauksen, joka helpotti linssin kuivumista. Neljän tunnin kuivaamisen jälkeen nopeudella 350 rpm huoneolosuhteissa (23°C, suhteellinen kosteus 40 %) oli lins-
sin muotoinen kappale kosketuskuiva.

20 Kuivan linssin sisältävä muotti upotettiin lämpötilassa 23°C tislattuun veteen linssin paisuttamiseksi siten, että se voitiin poistaa muotista. Paisutettua linssiä pestiin yli yön tislatussa vedessä jäännösglyserolin poistamiseksi ja tasapainotettiin ristisitomisen täydentämiseksi 0,5-
25 prosenttisessa natriumboraatin vesiliuoksessa, jonka pH oli 9,2. Ristisidottua linssiä säilytettiin isotonisessa suolaliuoksessa (pH 7,0). Näin muodostunut linssi oli pehmeä, joustava, kyynelnestettä kestävä ja optisesti kirkas ja sen vesipitoisuus tasapainotilassa oli 88,3 paino-%.

30 Esimerkit 4-9:

Valmistettiin sarja boraatilla ristisidottuja polyvinyylialkoholilinssejä esimerkissä 3 kuvatulla tavalla pait-
si, että valuliuokseen ei lisätty glyserolia ja että käytettiin pitoisuudeltaan korkeintaan 4 % olevia natriumboraatti-
35 liuoksia boraatilla ristisitovien pitoisuuksien aikaansaami-

- seksi. Kunkin linssikoostumuksen liuenneen hapen läpäisevyys mitattiin lämpötilassa 34°C, joka on silmän lämpötila, käyttäen polarograafista sensoria ilmalla kyllästetyssä vesiympäristössä. Paisutetun linssikoostumuksen märkälujuusominaisuudet, vetolujuus, murtovenymä ja kimmomoduli määritettiin Instron-koestimella mallia 1123. Koetulokset on esitetty taulukossa 1.

T a u l u k k o 1

Esimerkki no.	Sisäinen booripitoisuus kuivassa PVA:ssa ² (mg/g)	Vesipitoisuus %	Liuenneen hapen läpäisevyys 34°C:ssa
			$\left[\begin{array}{c} \times 10^{-10} \frac{\text{cm}^3 (\text{STP}) \text{ cm}}{\text{cm}^2 \text{ sek cm Hg}} \end{array} \right]$
4	0	82,72	44,71
5	9,97	89,61	45,24
6	20,14	92,15	34,88
7	34,76	92,02	30,65
8	58,26	91,78	-
9	poly-HEMA ¹ (vertailu)	35,88	10,28

Taulukko 1 (jatk.)

Esimerkki no.	Vetolujuus (psi)	Murtovenymä %	Kimmomoduli (psi)
4	117,9	240	33,8
5	380,9	462	61,1
6	243,8	294,3	68,6
7	158,5	260,8	35,6
8	85,4	209,5	29,8
9	16,5	40	53,4

1 etyleeniglykolidimetakrylaatilla ristisidottu poly(2-hydroksietyyliimetakrylaatti)

2 polyvinyylialkoholi

Taulukossa 1 esitetyt koetulokset kuvaavat keksinnön mukaisten boraatilla ristosidottujen polyvinyylialkoholimateriaalien paremmuutta vetolujuuden, murtovenymän sekä kimmomodulin suhteen, joihin liittyy korkea hapen läpäisevyys, erityisesti verrattuina tavanomaiseen poly-HEMA-piilolinssi-

Esimerkki 10:

Valmistettiin noin prosentin boorihappoa sisältävä 10-prosenttinen polyvinyylialkoholin vesiliuos liuottamalla sopivat määrät Elvanol 71-30 ja boorihappoa veteen lämpötilassa 100°C. Saadun liuoksen Brookfield-viskositeetti lämpötilassa 23°C oli noin 1600 cps.

Noin 40 mg saatua liuosta asetettiin esimerkin 3 lasiseen piilolinssimuottiin ja kuivattiin pyörittämällä nopeudella 300 rpm esimerkin 3 olosuhteissa ja proseduureilla.

Kuivan linssin sisältävä muotti upotettiin 0,01 M NaOH-liuokseen boorihapon muuttamiseksi in situ natriumboraatiksi ja halutun ristositomisen aikaansaamiseksi. Tämän jälkeen ristosidottu linssi poistettiin ja sitä säilytettiin isotonisessa suolaliuoksessa. Muodostunut linssi oli pehmeä, joustava, kyynelnestettä kestävä ja optisesti kirkas ja sen vesipitoisuus tasapainotilassa oli 90 paino-%.

Patenttivaatimukset:

1. Optisesti kirkas, pehmeä piilolinssi, t u n n e t t u siitä, että se on paisutettua kiinteää polyvinyylialkoholia, jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000 ja joka on ristisidottu tehokkaalla määrällä boraattia sen kimmomodulin suurentamiseksi, maintun linssin ollessa kyynelnesteeseen oleellisesti liukenematon.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen piilolinssi, t u n n e t t u siitä, että polyvinyylialkoholin painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään 10000.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen piilolinssi, t u n n e t t u siitä, että boraatin määrä ristisidottussa polyvinyylialkoholissa on noin 0,5-50 mg sidottua booria grammaa polyvinyylialkoholia kohti.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen piilolinssi, t u n n e t t u siitä, että linssi sisältää noin 30-97 paino-% vettä paisutetun boraatilla ristisidotun polyvinyylialkoholin painosta.

5. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen boraatilla ristisidotun polyvinyylialkoholilinssin valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

1) sekoitetaan polyvinyylialkoholia, jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000 ja riittävä määrä vettä, plastisoivan aineen läsnäollessa tai ilman sitä, lämpötilassa noin 50-100°C, seoksen muuttamiseksi sulaksi nestemassaksi, joka lämpötilassa alle noin 50°C kykenee kiinteytymään oleellisesti muotonsa säilyttäväksi vesipitoiseksi geeliksi;

2) siirretään mainittu sula massa muottiin, jossa on piilolinssin muotoa oleellisesti vastaavat kovera ja kupera pinta;

3) jäähdytetään muotti lämpötilan noin 50°C alapuolelle mainitun sulan massan kiinteyttämiseksi oleellisesti muotonsa säilyttäväksi, piilolinssin muotoiseksi polyvinyylialkoholin vesipitoiseksi geeliksi;

4) poistetaan oleellisesti muotonsa säilyttävä, polyvinyylialkoholin vesipitoista geeliä oleva piilolinssi muotista;

5) saatetaan reagoimaan polyvinyylialkoholin kimomodulin suurentamiseen tarvittava määrä boraattia oleellisesti muotonsa säilyttävän, polyvinyylialkoholin linssin vesipitoisen geelin kanssa vesipitoisessa väliaineessa pH-arvossa yli 7 boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia olevan piilolinssin muodostamiseksi; ja

6) otetaan talteen boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia oleva piilolinssi.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että plastisoiva aine on etyleeniglykoli, propyleeniglykoli, glyseroli, etyleeniglykolimonometyylietteri, etyleeniglykolidimetyylietteri, tetrahydrofuraani, natriumtiosyanaatti, ammoniumtiosyanaatti, etanoliamiinisuoletta, formamidi, dimetyyliformamidi tai dimetyylisulfoksidi.

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että plastisoiva aine on etyleeniglykoli, propyleeniglykoli tai glyseroli ja se tuodaan sekoitusvaiheeseen 1 ja poistetaan vaiheen 4 vesipitoisesta geelistä pesemällä polyvinyylialkoholin linssiä vedellä ennen polyvinyylialkoholin ristisitoamista boraatilla vaiheessa 5.

8. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vaiheen 5 boraatti on alkalimetalli-, maa-alkalimetalli-, amiini- tai ammoniumboraatti.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että boraatti on natriumtetra-boraatti.

10. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että boorihappoa lisätään vaiheen 5 vesipitoiseen väliaineeseen ja tämän pH säädetään arvoon yli 7 emäslisäyksellä.

11. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että boorihappoa lisätään vaiheen 1 polyvinyylialkoholista ja vedestä koostuvaan väliaineeseen oleellisesti ilman polyoli-plastisoijaa, ja vaiheessa 5 vesiväliaineeseen lisätään riittävä määrä emästä kohottamaan sen pH-arvo suuremmaksi kuin 7.

12. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että plastisoivan aineen määrä on noin 0,01-70 paino-% plastisoivan aineen ja polyvinyylialkoholin painosta.

13. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen boraatilla ristosidotun polyvinyylialkoholilinssin valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

1) liuotetaan kohotetussa lämpötilassa veteen polyvinyylialkoholia, jonka painokeskimääräinen molekyylipaino on vähintään noin 6000, plastisoivan aineen läsnäollessa tai ilman sitä, homogeenisen liuoksen muodostamiseksi, joka kuivuessaan kykenee kiinteytymään oleellisesti muotonsa säilyttäväksi geeliksi;

2) siirretään mainittu homogeeninen liuos piilolinssimuottiin, jossa on kovera ylöspäin ulottuva kiinteä kannatuspinta, jonka ulottuvuus on yhtä suuri tai suurempi kuin siinä muodostettavalla linssillä, pyöritetään muottia kannatuspinnan suhteen kohtisuoran akselin ympäri nopeudella, joka on riittävä aikaansaamaan mainitun homogeenisen liuoksen liikkeen säteen suunnassa ulospäin keskipakovoiman vaikutuksesta, samalla kun mainitusta liuoksesta haihdutetaan vettä, ajan, joka on riittävä kuivaamaan seoksen oleellisesti muotonsa säilyttäväksi polyvinyylialkoholigeeliksi, joka oleellisesti vastaa piilolinssin muotoa;

3) poistetaan muotista oleellisesti muotonsa säilyttävä polyvinyylialkoholigeeli mainitun piilolinssin muodossa;

4) saatetaan reagoimaan polyvinyylialkoholin kimmodulin suurentamiseen tarvittava määrä boraattia mainitun oleellisesti muotonsa säilyttävän polyvinyyli-

alkoholilinssigeelin kanssa vesipitoisessa väliaineessa pH-arvossa yli 7 boraatilla ristisidottua polyvinyyli-alkoholikompleksia olevan piilolinssin muodostamiseksi; ja

5) otetaan talteen boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia oleva piilolinssi.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että plastisoivan aineen määrä on noin 0,01-30 paino-% polyvinyylialkoholin painosta.

15. Patenttivaatimuksen 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheen 1 homogeeninen liuos sisältää noin 5-30 paino-% polyvinyylialkoholia liuoksen painosta.

16. Menetelmä patenttivaatimuksen 1 mukaisen boraatilla ristisidotun polyvinyylialkoholilinssin valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että

1) asetetaan polyvinyylialkoholikalvo, jonka painokeskimääräinen moelkyylipaino on vähintään noin 6000, plastisoivan aineen läsnäollessa tai ilman sitä, ensimmäiseen esikuumennettuun muottiin, jossa on piilolinssin toisen pinnan muotoa vastaava kovera tai kupera pinta, kalvon pehmentämiseksi;

2) muodostetaan siitä linssimateriaali toisella leikkaavalla ja muotoilevalla muotilla, jossa on piilolinssin toisen pinnan muotoa vastaava kovera tai kupera pinta, jolloin ensimmäinen ja toinen muotti yhdessä muodostavat sisälleen mainittun polyvinyylialkoholia sisältävän ontelon, joka oleellisesti vastaa piilolinssin muotoa;

3) jäähdytetään yhteenliitettyjä muotteja riittävästi, jotta ontelossa oleva polyvinyylialkoholi kovettuu piilolinssin muotoiseksi, oleellisesti muotonsa säilyttäväksi kappaleeksi;

4) irroitetaan muotit ja poistetaan niistä piilolinssin muotoinen, oleellisesti muotonsa säilyttävä polyvinyylialkoholikappale;

5) saatetaan reagoimaan polyvinyylialkoholin kim-

momodulin suurentamiseen tarvittava määrä boraattia oleellisesti muotonsa säilyttävän polyvinyylialkoholikappaleen kanssa vesipitoisessa väliaineessa pH-arvossa yli 7 boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholikompleksia olevan piilolinssin muodostamiseksi; ja

6) otetaan talteen boraatilla ristisidottua polyvinyylialkoholia oleva piilolinssi.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheen 1 kalvo sisältää 0,01-30 paino-% plastisoivaa ainetta polyvinyylialkoholin painosta.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että plastisoiva aine on polyoli ja se poistetaan vaiheessa 4 muodostetusta piilolinssistä pesemällä vedellä.

19. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vaiheen 5 boraatti on natriumtetraboraatti.