(19) SUOMI - FINLAND
(FI)

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

(10) **FI 901183 A7**

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

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application 901183

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification
G02F 1/137

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **08.03.1990**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **08.03.1990**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **09.09.1990**

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

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

08.03.1989 US 320424

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • **Hercules Incorporated,** Hercules Plaza, 1313 N. Market Street, Wilmington, DE 19894-0001, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • **Gibbons, Wayne Michael,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
2 • **Sun, Shao-Tang,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)
3 • **Swetlin, Brian Joseph,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Heinänen Oy Patenttitoimisto, Airport Plaza, Äyritie 8 D, 01510 Vantaa

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

Menetelmä nestekideväliaineen suuntaamiseksi

Förfarande för inriktning av flytande kristallmedia

MENETELMÄ NESTEKIDEVÄLIAINEIDEN SUUNTAAMISEKSI - FÖRFARANDE FÖR INRIKTNING AV FLYTANDE KRISTALLMEDIA

Tämä keksintö koskee menetelmää nestekideväliaineessa olevien anisotrooppisten molekyylien suuntaamiseksi.

Nestekideyhdisteitä käytetään ihmisten ja koneiden luettavaksi tarkoitetuissa näytöissä, esimerkiksi moottoriajoneuvojen instrumenttikontrolleissa ja prosessikontrollilaitteissa, ja ajoituslaitteissa, kuten kelloissa. Tällaiset näyttölaitteet sisältävät etupäässä lasin tai muiden läpinälyvien alustojen väliin kerrostettua nestekideväliainetta, joka muodostaa kennon läpinäkyvän, sähköä johtavan materiaalin kanssa, joka on päällystetty selektiivisesti molemmille alustoille tuottamaan kuvia muodostavia sähköä johtavia aiheita.

Valon transmissiota näiden kennojen läpi on perinteisesti kontrolloitu vaihtamalla nestekideväliaineen suuntausta niin, että kaikki, jonkin verran tai ei lainkaan saatavilla olevasta valosta kulkee läpi. Nestekideväliaine voidaan suunnata käyttämällä kennoon sähkövirtaa tai magneettikenttää. Tunnetaan myös 1 tai 2 polarisaattorin käyttö valon transmission kontrolloimiseen suunnatulla nestekideväliaineella.

Nestekideväliaine voi sisältää liuenneita anisotrooppisia väriaineita kuten myös nestekiteitä. Tällaista väliainetta, joka käsittää 1 tai useampia nestekideyhdisteitä, joihin on liuennut 1 tai useampia väriaineita, kutsutaan nimellä "vieras/isäntä"-järjestelmä.

"Vieras/isäntä"-järjestelmien anisotooppiset väriaineet, jotka parhaiten soveltuvat näyttöihin, ovat dikroisia väriaineita, jotka absorboivat enemmän valoa toista akselia pitkin kuin toista akselia pitkin. Kun nestekideisäntäkoostumus ja siinä

liuenneena oleva vierasväriaine on sovitettu kunnolla, voidaan seoksen suuntautumista kontrolloida käytetyllä jännitteellä niin, että transmittoituu vain haluttu määrä valoa.

Näiden näyttöjen komponentteja kutsutaan anisotrooppisiksi, koska (a) niillä on eri eri suunnissa olevia akseleita pitkin mitattaessa erilaisia arvoja, ja (b) ne omaksuvat eri asemia vasteena ulkoisille ärsykkeille, kuten esimerkiksi käytetylle jännitteelle, joita voidaan käyttää kiertämään nestekiteitä kiinteän akselin ympäri niiden optisten ominaisuuksien muuttamiseksi. Erityisemmin ne ovat kaksoistaittavia (birefringent).

Nykyisin kaupallisessa käytössä olevissa nestekidekennoissa molekyylejä on orientoitu homogeeniseen tai homeotrooppiseen suuntaan. Ilman ulkoisia ärsykkeitä näyttö on joko läpinäkymätön tai läpinäkyvä. Tunnetaan monia tekniikkoja nestekidevälialneiden suuntaamiseksi. Läpinäkyvien alustojen sisäpinnat muodostetaan tyypillisesti läpinäkyvästä suuntauskerroksesta, kuten polyalkyylisiloksaanien - tai lesitiinikalvosta.

Homogeenistä suuntausta varten päällystettä sivellään tekstiilillä määrättyyn suuntaan ennen kennon täyttämistä nestekidevälialneella, jolloin pinnan tilaa muutetaan edullisesti ja aiheutetaan nestekiteiden pitkien molekyyliakselien suuntautuminen sivelysuunnan kanssa samansuuntaisesti tai lähes samansuuntaisesti. Kun kenno on täytetty, suuntaus siirtyy molekyylien välisten voimien kautta nesteväliaineen päämassaan.

Homeotrooppiselle suuntaukselle on tunnusomaista nestekiteiden pitkät akselit, jotka ovat suuntautuneet alustaan nähden kohtisuoran linjan kanssa samansuuntaisesti tai lähes samansuuntaisesti, ja se saavutetaan tavanomaisesti kemiallisesti modifioitua suuntauskerrosta käyttäen tai käyttämällä kennon läpi sähkökenttää.

Esiintyy tarvetta yksinkertaiselle tekniikalle nestekidevälialai-

neen suuntaamiseksi tai uudelleensuuntaamiseksi. Lisäksi on haluttua pystyä järjestämään nestekidekenno, jossa on 2 tai useampia alueita, jotka on suunnattu eri homogeenisiin tai homeotrooppisiin suuntauksiin, ja myös joissain olosuhteissa pystyä eliminoimaan nestekidenäytöissä käytetyt suuntauskerrokset.

Keksinnön mukaisesti menetelmälle anisotrooppisten molekyylien suuntaamiseksi nestekiteitä sisältävässä nestekideväliaineessa, jolla on alustan vieressä oleva pinta, on tunnusomaista, että nestekiteillä on molekyylipaino alle 1500, ja sen vieressä väliaineessa tai alustalla olevat anisotrooppisesti absorboivat molekyylit altistetaan lineaarisesti polarisoidulle valolle, jonka aallonpituus on absorboivien molekyylien absorptiokaistan sisällä, ja altistetut anisotrooppisesti absorboivat molekyylit saavat aikaan nestekideväliaineen suuntauksen kulmalla + tai -Θ tulevan valonsäteen tasopolarisaation suunnan suhteen.

"Anisotrooppisesti absorboivilla molekyyleillä" tarkoitetaan yhdisteitä, joilla on eriarvoisia valoabsorptio-ominaisuuksia eri suuntaisia akseleita pitkin mitattaessa. Käsitettä "nestekide" käytetään viittaamaan molekyyleihin, joilla on anisotrooppista geometriaa, kuten nauhamaista tai kiekkomaista, jolla on nesteen ja kiinteän välillä olevia pysyviä välitiloja, ja jolla on molekyylipaino alle noin 1500, edullisesti 100 tai alle, ja edullisimmin 650 ja alle. Tämän keksinnön mukainen nestekideväliaine voi sisältää mitä hyvänsä tällaista nestekideyhdistettä, jota tavanomaisesti käytetään nestekidenäytöissä ja muissa nestekidelaitteissa. Termotrooppiset nestekiteet, joilla on nemaattisia ja smektisiä (käsittäen ferroelektrisiä) faaseja, ovat edullisia.

Nemaattiset faasit käsittävät tavanomaiset uniaksiaaliset nemaattiset faasit, kiertyneet nemaattiset faasit ja kolesteriset mesofaasit. Nemaattisilla nestekiteillä on kuitenkin joko positiivista tai negatiivista anisotropiaa. Tässä käytettynä käsitteet "positiivinen" ja "negatiivinen" viittaavat nestekiteitä

sisältävän seoksen nettodielektrisyysanisotropiaan.

Helposti saatavia positiivisia nestekidemateriaaleja, jotka soveltuvat tämän keksinnön toteuttamiseen, ovat mm.:
4-syano-4'-alkyylibifenyylit,
4-syano-4'-alkyylioksibifenyylit,
4-alkyyli-(4'-syanofenyyli)sykloheksaanit,
4-alkyyli-(4'-syanobifenyyli)sykloheksaanit,
4-syanofenyyli-4'-alkyylibentsoaatit,
4-syanofenyyli-4'-alkyylioksibentsoaatit,
4-alkyylioksifenyyli-4'-syanobentsoaatit,
4-alkyylifenyyli-4'-syanobentsoaatit,
1-(4'-alkyylifenyyli)-4-alkyylipyrimidiinit,
1-(4'-alkyylifenyyli)-4-syanopyrimidiinit,
1-(4'-alkyylioksifenyyli)-4-syanopyrimidiinit ja
1-(4-syanofenyyli)-4-alkyylipyrimidiinit. Erityisiä esimerkkejä näihin perheisiin kuuluvista yhdisteistä ovat:
4-syano-4'-pentyylibifenyyli,
4-syano-4'-heksyylioksibifenyyli,
trans-4-pentyyli-(4'-syanofenyyli)sykloheksaani,
trans-4-heksyyli-(4'-syanobifenyyli)sykloheksaani,
4-syanofenyyli-4'-propyylibentsoaatti,
4-pentyylioksifenyyli-4'-syanobentsoaatti,
4-heksyylifenyyli-4'-syanobentsoaatti,
1-(4'-pentyylifenyyli)-4-butyylipyrimidiini,
1-(4'-butyylioksifenyyli)-4-syanopyrimidiini,
1-(4-syanofenyyli)-4-alkyylipyrimidiini,
4-n-heksyylibentsylideeni-4'-aminobentsonitriili ja
4-syanobentsylideeni-4'-oktyylioksianiliini.

Kaikkien edellä olevien eutektiset seokset ja yhdistelmät ovat myös käyttökelpoisia. Kuvaavia ovat 4'-alkyyli-4-syanobifenyylien eutektiset seokset joko 4'-alkyylioksi-4-syanobifenyylien kanssa, joissa 4'-substituenteissa on 3 - 8 hiiltä, tai terfenyylinestekiteiden kanssa, joissa on 4-alkyyli- tai alkyylioksisubstituentteja, joissa on 3 - 8 hiiliatomia. Edustavia ovat

kaupallisesti saatava E7-seos yhtiöstä BDH, Ltd., Poole, Englanti; ROTN 404, eutektinen bifenyylipyrimidiininestekiteiden seos yhtiöstä Hoffman La Roche, Nutley, New Jersey; PCH 1132, seos, joka käsittää 4-alkyyli-(4'syanobifenyyli)sykloheksaaneja ja 4-alkyyli-(4'-syanofenyyli)sykloheksaaneja yhtiöstä EM Industries, Hawthorne, New York; ja ZLI 1982, jota myös toimittaa yhtiö EM Industries.

Edustaviin nemaattisiin nestekiteisiin, joilla on negatiivinen dielektrinen anisotropia, ja jotka olisivat tässä keksinnössä käyttökelpoisia, kuuluvat:
4-alkyylioksi-4'-alkyylioksiatsoksibentseenit,
4-alkyyli-4'-alkyylioksiatsoksibentseenit,
4-alkyyli-4'-asyylioksiatsoksibentseenit,
4-alkyyli-4'-alkyyliatsoksibentseenit ja
4-alkyyli-2-syanofenyyli-4'-alkyylibifenyyli-1-karboksylaatit.
Erityisiin esimerkkeihin kuuluvat:
p-atsoksianisoli, 4-butyyli-4'-heksyyloksiatsoksibentseeni,
4-butyyli-4'-asetoksiatsoksibentseeni,
4,4'-bis(heksyyli)atsoksibentseeni ja
4-pentyyli-2-syanofenyyli-4'-heptyylibifenyyli-1-karboksylaatti.
Kaupallisesti saatavia ovat Licristal S1014 yhtiöstä EM Industries, Hawthorne, New York; ja EN-18 yhtiöstä Chisso Corp, Yokomoma Japani.

Tässä keksinnössä käyttökelpoisilla smektisillä A nestekiteillä voi olla joko positiivista tai negatiivista dielektristä anisotropiaa. Smektisiä A nestekiteitä, joilla on positiivista anisotropiaa, ovat mm.:
4-alkyyli-4'-syanobifenyylit ja
4-syano-4'-alkyylibentsylideenianiliinit, kuten myös 4-alkyyli-4''-syano-p-terfenyylien ja 4-alkyyli-4''-syanobifenyylien seokset.

Käyttökelpoisia ovat myös smektiset A seokset, jotka perustuvat

elektroneja vastaanottaviin tai elektroneja luovuttaviin mesogeenisiin ytimiin,
esimerkiksi 4'-alkyylifenyyli-4-alkyylibentsoaatit ja 4'-syanofenyyli-4''-alkyylioksibentsoyylioksibentsoaatit. Erityisiä esimerkkejä yhdisteistä, jotka ovat käyttökelpoisia smektisinä A nestekiteinä, joilla on positiivista dielektristä anisotropiaa, ovat: 4-syano-4'-oktyylibentsylideenianiliini, 4-dekyyli-4'-syanobifenyyli, 4-dodekyyli-4''-syano-p-terfenyyli, 4'-heptyylifenyyli-4-butyylibentsoaatti ja 4'-syanofenyyli-4''-oktyylioksibentsoyylioksibentsoaatti. Kaikkien edellä olevien smektisten A materiaalien eutektiset seokset ja yhdistelmät ovat käyttökelpoisia. Edustavia smektisten A nestekiteiden eutektisia seoksia ja yhdistelmiä ovat kaupallisesti saatavat materiaalit S1, S2, S3, S4, S5, S6 ja S7 yhtiöstä EM Industries, Hawthorne, New York.

Edustavia tässä keksinnössä käyttökelpoisista smektisistä A nestekiteistä, joilla on negatiivista dielektristä anisotropiaa, ovat:
4-alkyylifenyyli-4-alkyylioksi-3-syanobentsoaatit,
4-alkyylioksifenyyli-4-alkyylioksi-3-syanobentsoaatit ja
4''-alkyylioksifenyyli-4'-alkyylioksibentsoyylioksi-3-syanobentsoaatit.
Erityisiä esimerkkejä ovat mm.:
4'-oktyylifenyyli-4-dekyylioksi-3-syanobentsoaatti, 4'-dekyyloksifenyyli-4-oktyylioksi-3-syanobentsoaatti ja 4'-heptyylioksifenyyli-4'-dekyylioksibentsoyyli-3-syanobentsoaatti. Myös näiden eutektisia seoksia voidaan käyttää.

Edustavia kiraalisia smektisiä C nestekiteitä, jotka ovat käyttökelpoisia tämän keksinnön toteutuksessa, ovat mm.:
4'-alkyylioksifenyyli-4-alkyylioksibentsoaatit,
4'-alkyylioksibifenyyli-4-alkyylioksibentsoaatit,
4-alkyylioksifenyyli-4-alkyylioksibifenyylikarboksylaatit ja
4'-n-alkyylioksibifenyyli-4-karboksylaattien terpenoliesterit.
Erityisiä esimerkkejä ovat: 4(4-metyyliheksyylioksi)fenyyli-4-

dekyylioksibentsoaatti, 4-heptyylioksifenyyli-4(4-metyylihek-syylioksi)bentsoaatti, 4'-oktyylioksibifenyyli-4(2-metyylibu-tyylioksi)bentsoaatti, 4-nonyylioksifenyyli-4'-(2-metyylibutyy-lioksi)bifenyyli-4-karboksylaatti ja mentyyli-4'-n-oktyylioksi-bifenyyli-4-karboksylaatti.

Kaupallisesti saataviin kiraalisten smektisten C nestekiteiden saeoksiin kuuluvat CS 1000-sarja, jota toimittaa yhtiö Chisso Corp., Yokohoma, Japani;. ZLI 4139, jota toimittaa yhtiö EM Industries, Hawthorne, New York; ja lateraalisesti flourinoitu-jen estereiden eutektiset seokset, jotka on kehittänyt BDH, LTD., ja jota toimittaa yhtiö EM Industries eutektisten seosten SCE-sarjana SCE3 - SCE12. Yksikomponenttisia kiraalisia smek-tisiä C materiaaleja, jotka perustuvat 4'-alkyylioksifenyyli-4-alkyylioksibentsoaateihin, W7, W37, W81 ja W82, on saatavissa yhtiöstä Displaytech, Inc., Boulder, Colorado.

Vieras/isäntä-formulaatioita valmistetaan kaikentyyppisillä nestekiteillä. Näissä seoksissa käyttökelpoisiin väriaineisiin kuuluvat dikroiset atso-, diatso-, triatso-, tetra-atso-, pen-ta-atso-, antrakinoni-, merisyaniini-, metiini-, 2-fenyyliat-sotiatsoli-, 2-fenyyliatsobentstiatsoli-, 4,4'-bis(aryyliatso)-stilbeenien ., peryleeni- ja 4,8-diamino-1,5-naftakinonivärit, ja muut väriaineet, joilla on puoliläpäisevät absorptiokaista. Edullisia ovat sellaiset, joilla on dikroiset absorptiokaistat välillä noin 150 nm ja noin 2000 nm. Joitain erityisiä esimerk-kejä tässä keksinnössä käyttökelpoisistaväriaineista on luetel-tu esimerkkejä edeltävässä taulukossa.

Piirroksissa:
Kuva 1 on kaaviokuva tyypillisestä nestekidekennosta.

Kuvassa 2 esitetään nestekideväliaineiden suuntauksessa tai uudelleensuuntauksessa käyttökelpoinen laite.

Kuva 3 on kuva edestä vieras/isäntä-nestekideväliaineesta, joka

on suunnattu sivelemällä.

Kuva 4 on kuva edestä kuvan 3 vieras/isäntä-nestekideväliaineesta sen jälkeen, kun se on uudelleensuunnattu tämän keksinnön mukaista menetelmää käyttäen.

Parhaiten tunnettu nestekidelaite on nestekidenäyttö. Kuvassa 1 esitetään kaaviokuva perusnestekidekennosta, joka on tällaisen laitteen aktiivinen komponentti. Tämä kaaviokuva on vain esimerkinomainen, koska tämän keksinnön mukainen menetelmä on käyttökelpoinen kaikissa nestekidelaitteissa käytettyjen nestekideväliaineiden suuntaamiseen.

Kuvassa 1 esitetty nestekidekenno sisältää vieras/isäntä-nestekideväliaineen (4). Isäntänestekidemolekyylejä edustavat lyhyet viivat, ja vierasväriainemolekyylejä edustavat viivat, joissa on ympyrät molemmissa päissä. Tässä kuvassa kennot käsittävät 2 alustaa, joissa on niiden pääasialliset komponetit (1) (esimerkiksi lasia) niiden sisäpuolisille sivuille läpinäkyvällä johtavalla kerroksella (esimerkiksi indiumtinaoksidilla) (2), ja jotka puolestaan on päällystetty sisäpuolisilta puoliltaan suuntaavilla kerroksilla, jotka sisältävät ohuen kalvon orgaanisesta materiaalista (3) (esimerkiksi polyimidiä), joka tässä tapauksessa on sivelty lineaarisesti yhteen suuntaan kiillotusvaatteella.

Päällystetyt alustat asetetaan vastakkain pienien lasikuitujen avulla, joiden halkaisijat ovat noin 2 - 20 µm (ei esitetä kuvassa) etäisyyden kontrolloimiseen. Nestekidekerros (4) on suljettu esimerkiksi epoksilla (ei näytetty). Kuvassa esitetyt + ja - edustavat käytettyä jännitettä. Nestekidekennoja voidaan käyttää vaihto- tai tasavirtajännitteellä, eikä kuvassa esitettyä virran suuntaa ole tarkoitettu rajoittavaksi.

Suurempi kontrasti voidaan saavuttaa käyttämällä 2 tai useampaa tällaista kennoa yhdistelmänä. Esimerkiksi alustat voidaan ja-

kaa muodostamaan niinkutsutun "kolmilasirakenteen".

Tässä keksinnössä käytetyn valolähteen on oltava tasopolarisoitua. Edelleen tasopolarisoidun valon aallonpituuden on oltava anisotrooppisen väliaineen absorptiokaistalla. Tässä viitataan esimerkiksi nestekiteiden, vieras/isäntä-nestekideväliaineessa olevien väriaineiden, tai alustan osan muodostavien väriaineiden (esimerkiksi nestekideväliaineen viereiselle alustakerrokselle, kuten johtavalle päällyste- tai suuntaavalle kerrokselle päällystettyjen) absorptiokaistaan. Valo on tyypillisesti ultravioletti- - infrapuna-alueella kuten väriaineilla, ja joissain tapauksissa nestekideyhdisteillä on huippuabsorptio tällä alueella.

Edullisesti valolla on aallonpituus alueella noin 150 - noin 2000 nm. Edullisin valolähde on laser, esimerkiksi argon, heliumneon- tai heliumkadmiumlaser. Pienteholasereilla voi olla välttämätöntä fokusoida valonsäde kennoon, mutta valonsäteen fokusoiminen ei yleensä ole tarpeen.

Tämän keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää suuntaamaan nestekideväliainetta, joka on sattumanvaraisesti suunnatussa (isotrooppisessa) tilassa tai uudelleensuuntaamaan aikaisemmin suunnattu (homogeeninen tai homeotrooppinen) nestekideväliaine. Jos tuleva valo on kohtisuorassa alustaan nähden, sen suuntaava vaikutus saavutetaan kiertämällä altistettujen anisotrooppisesti absorboivien molekyylien pidempien akselien geometristä projektiota, mikä tarkoittaa, että kunkin molekyylin kiertomomentti on lyhyempien akselien ympäri on luultavasti suurin homogeenisesti suunnatuilla molekyyleillä, ja alenee sitä mukaa, kun alustan tason ja pitempien akselien välinen kulma kasvaa, lähestyen nollaa homeotrooppisella orientaatiolla, joka on samansuuntainen sisääntulevan valon polarisaatiotasoon nähden. Sama pätee luultavasti nestekiteiden suuntauksen suhteen, joka indusoidaan altistetuilla anisotrooppisesti absorboivilla molekyyleillä.

Edullisesti nestekideväliaine on tyypiltään sellaista, että se voidaan helposti suunnata homogeenisesti. Tasopolarisoitua valoa käytetään koko suunnattavaan tai uudelleensuunnattavaan väliaineeseen tai sen osaan. Valonsäde voi olla kiinteä tai kiertyvä. Altistus voi tapahtua yhdessä vaiheessa, pursteina tai muilla menetelmillä. Altistusajat vaihtelevat laajalti käytettyjen materiaalien ja muiden ennustettavissa olevien tekijöiden myötä, ja voi olla alueella alle noin 1 s - yli 1 tunti. Ammatimiehet ymmärtävät, että anisotrooppisesti absorboivien ja nestekidemolekyylien kiertäminen kulmalla + ja - Θ suhteessa tulevan valonsäteen tasopolarisaatioon on tasoa pitkin 2 dimensiossa. Tämä taso vastaa nestekidekennossa yleensä kennon alustan pintaa, jonka määrittää alusta kulmalla suhteessa tulevan valon polarisaatioon.

Tämän keksinnön mukainen menetelmä olisi suoritettava ainakin 1 alustalla, joka on kontaktissa nestekideväliaineen kanssa. Yleensä nestekideväliaine muodostaa osan kennosta, jossa on kaksi alustaa, esimerkiksi kuvassa 1 esitetyn tyyppiset. Suuntauskerrosta käytettäessä sively tavallisesti parantaa suorituskykyä, mutta se ei ole välttämätöntä.

Tämän keksinnön tärkeä ominaispiirre on, että prosessin loppuunsaattamisen jälkeen nestekideväliaineella on "muisti", ts., se säilyttää suuntauksensa, joka on indusoitu tasopolarisoidulla valolähteellä. Anisotrooppinen väliaine voidaan, tietysti, suunnata tämän keksinnön mukaisella menetelmällä uudelleen alkuperäiseen tai kolmanteen suuntaukseen. Tavallisesti nestekideväliaineet (ja näistä valmistetut kennot), jotka on suunnattu tämän keksinnön mukaisella menetelmällä, toimivat samalla tavalla, kuin tavanomaisia tekniikkoja käyttäen suunnatut näytöt.

Tämän keksinnön mukaisen menetelmän vaikutukset voidaan havaita polarisaattoreita käyttäen. Ts., kun kennoon, jossa on yksi ainoa polarisaattori, käytetään valkoista valoa, havaitaan,

että maksimiväriaineabsorptiossa (tai nestekideabsorptiossa, jossa valo on nestekiteen absorptiokaistalla) on kulma-aseman muutos suhteessa taustaan. Kun soluun, jonka molemmilla puolilla on polarisaattori, käytetään valkoista valoa, havaitaan altistetulla alueella värinmuutos suhteessa taustaan, mikä ilmaisee nestekidemolekyylien kulma-aseman muutoksen, ja siten solun kaksoistaittavuuden muutoksen. Tulokset riippuvat altistusajasta, intensiteetistä, aallonpituudesta ja lineaarisesti polarisoidun valon suunnasta; näytteen lämpötilasta, käytetyistä nestekiteistä ja väreistä ja näiden konsentraatioista, suuntauskerroksen läsnäolosta tai puuttumisesta, ja silloin kun käytetään, suuntauskerroksen tyypistä ja anisotrooppisesti absorboivien molekyylien määrästä ja ominaisuuksista.

Tämän keksinnön menetelmää käyttäen valmistetuilla nestekidenäytöillä on tavanomaiset näyttömuodot (esimerkiksi 2, 3 tai useampia alustarakenteita), ja niihin voi sisältyä 1 tai useampia tekniikan tasolla tavanomaisesti käytettyjä polarisaattoreita, valaisulaitteita, heijastinkerroksia, läpiheijastuskerroksia, elastomeerisiä liittimiä ja piirilevyjä.

Soluissa ei ole välttämätöntä käyttää tavanomaisia suuntauskerroksia, kuten tekniikan tasolla yleisesti käytettyjä kiillotettuja suuntauskerroksia. Useissa tapauksissa suorituskyky paranee kuitenkin kiillotetulla tai sivellyllä suuntauskerroksella. Tämän keksinnön mukaisesti voidaan käyttää myös muita suuntauskerroksia ja -tekniikkoja.

Tämän keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää suuntaamaan uudelleen kerroksia tai näiden osia, jotka on suunnattu aikaisemmin tämän keksinnön mukaisella kiillotetulla suuntauskerroksella. Merkittävintä on, että 1 tai useampia nestekidelaitteen alueista voidaan suunnata eri suuntaan, kuin loput laitteesta. Tällaiset solut voidaan valmistaa suuntaamalla uudelleen aikaisemmin suunnatun nestekidevälіaineen 1 tai useampia alueita. Kuvassa 3 esitetään nestekide/isäntäväliaine, joka on suunnattu

yhteen suuntaan. Kuvassa 4 esitetään tämän väliaineen alue, joka on suunnattu uudelleen tämän keksinnön mukaista menetelmää käyttäen. Tämä kuva kuvaa tapausta, jossa nestekidemolekyylejä on käännetty 90 astetta sekä sisääntulevan valon polarisaatio- että alkuperäiseen suuntaussuuntaan nähden.

Tämän keksinnön toinen kiinnostava ominaispiirre on, että menetelmä voidaan suorittaa lisäämällä anisotrooppisesti absorboivia molekyylejä alustalle, esimerkiksi orgaaniselle materiaalille, joka on päällystetty tai muuten lisätty nestekideväliaineen viereen, kuten esimerkiksi suuntauskerrokselle tai läpinäkyvälle johtavalle kerrokselle, ja sitten altistamalla anisotrooppisesti absorboivat molekyylit. Tämä suoritusmuoto voidaan suorittaa käyttämällä mestekideväliainetta, joka sisältää anisotrooppisesti absorboivia molekyylejä, tai nestekideväliainetta, jossa ei ole tällaisia molekyylejä. Edelleen, altistus voidaan suorittaa näissä suoritusmuodoissa milloin hyvänsä ennen solun nestekideväliaineella täyttämistä.

Tämän keksinnön mukainen menetelmä voidaan suorittaa sähkökentän (AC tai DC) läsnäollessa. Sähkökentän läsnäolo ei kuitenkaan ole välttämätöntä, ja useimmissa tapauksissa menetelmä suoritetaan ilman sähkökentän läsnäoloa.

Yleensä tämä keksintö soveltuu parhaiten suuntaamaan tai uudelleensuuntaamaan homogeenisiä nestekidejärjestelmiä. Homeotrooppiset nestekiteen, joilla on negatiivista dielektristä anisotropiaa, joutuvat kuitenkin sähkökentässä homogeeniseen tilaan. Tuo homogeeninen tila voidaan suunnata tai uudelleensuunnata tämän keksinnön polarisoitua valoa käyttäen. Kun sähkökenttä poistetaan, nestekiteen laskeutuvat uudelleen homeotrooppiseen tilaan. Tässä tapauksessa ne suuntautuvat taas kerran homogeeniseen tilaan, jonka polarisoitu valo indusoi, kun myöhemmin lisätään sähkökenttä.

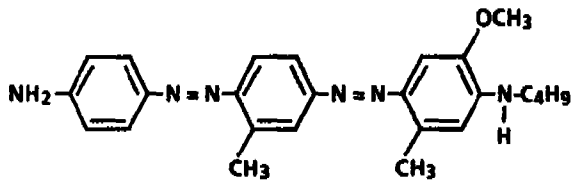
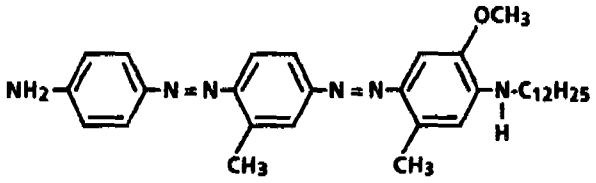
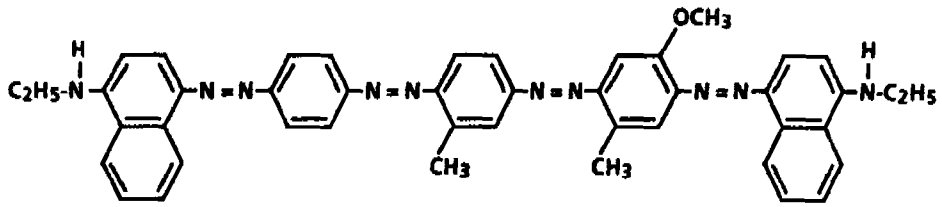
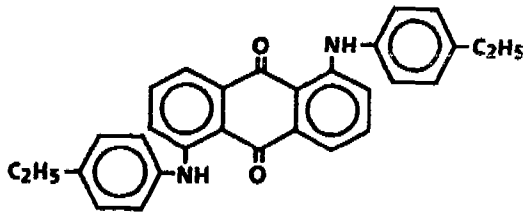
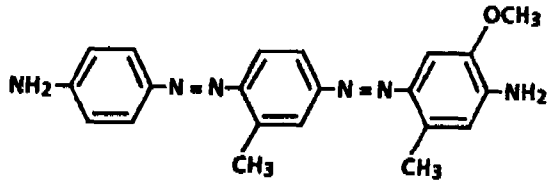
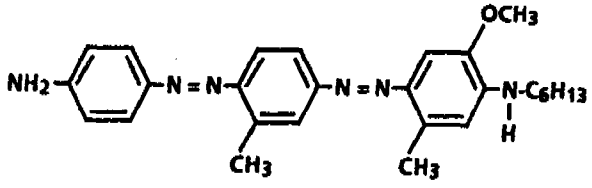
Voidaan käyttää muita tavanomaisia materiaaleja, kuten johtavia

ionisia häiriöatomiaineita, kiraalisia häiriöatomiaineita, valostabilisaattoreita ja vastaavia. Näitä materiaaleja ei tarvitse olla läsnä tämän keksinnön menetelmän suorittamiseksi. Vaikka tämä keksintö on kuvattu nestekidenäyttösolujen avulla, olisi ymmärrettävä, että se on käyttökelpoinen muihin nestekidelaitteisiin, esimerkiksi täysin optisiin valomuuntimiint, monikirjoittuviin optisiin luku/kirjoitus-muistilaitteisiin ja vastaaviin.

Tätä keksintöä havainnollistetaan seuraavissa esimerkeissä, jotka esitetään kuvausmielessä suoja-alaa rajoittamatta. Kaikki %-osuudet ovat painon mukaan.

Esimerkeissä käytettiin seuraavassa taulukossa esitettyjä väriaineita.

TAULUKKO

väriaine numero	rakenne	huippuabsorption aallonpituus kloroformissa (nm)
1		495
2		499
3		570
4		540
5		460
6		499

ESIMERKKI 1

Tässä esimerkissä esitetään vieras/isäntä-järjestelmän uudelleensuuntaaminen, joka järjestelmä sisältää diatsodiamiiniväriainetta, joka on liuotettu nemaattiseen nestekiteeseen tämän keksinnön mukaista menetelmää käyttäen.

Isäntänemaattinen nestekide oli ZLI 1982 (EM Industries, Hawthorne, New York). Isäntään liuotettiin 0,38 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 1.

Polyimidin 25 paino-% liuosta 1-metyyli-2-pyrrolidonissa (NMP) laimennettiin reagenssilaatuiseen NMP:hen lopulliseen polyimidikonsentraatioon 0,5 paino-%. Tämä liuos lisättiin lasialustakomponentin indiumtinaoksidi (ITO)-kerroksen päälle, ja annettiin olla 5 min, minkä jälkeen alustaa pyöritettiin 30 s. Alusta kuumennettiin uunissa suuntauspäällysteen kovettamiseksi, ja sitten kovettunutta päällystä siveltiin kiillotusvaatteella lineaarisessa suunnassa. Seuraavaksi alustalle lisättiin 11-µm paksuja lasikuituja, ja sen päälle päällystettiin toinen alusta, jossa oli samanlaiset päällykset, suuntauskerrosten muodostaessa mudostuvan solun sisäpinnat. Nämä 2 kappaletta puristettiin puristimella 11 µm:n etäisyydelle toisistaan, pitkin reunoja lisättiin epoksia, ja epoksia kovetettiin 5 min ajan. Solun vastakkaisilla reunoilla olevat 2 tilaa jätettiin sulkematta.

Solu sijoitettiin tyhjiöön, ja 1 sulkematon tila kastettiin vieras/isäntä-seokseen. Solu täytettiin pintajännitysilmiöllä. Täyttämisen jälkeen solu poistettiin tyhjiöstä ja pyyhittiin puhtaaksi, ja sulkemattomat tilat suljettiin epoksilla. Pyyhitty polyimidi aiheutti vieras/isäntä-materiaalin suuntautumisen sivelysuuntaan.

Kuvassa 2 esitettyä laitetta, ilman optista linssiä, käytettiin vieras/isäntä-väliaineen uudelleensuuntaamiseen. Polarisoidun

valon lähde oli argonlaser (malli no. 2020-03, Spectra-Physics, Piscataway, New Jersey), jonka maksimiteho oli noin 1,2 W aallonpituudella 514,5 nm. Laser polarisoitiin kuvassa 2 esitetyllä 2-päisellä nuolella ilmaistulla tavalla ja kulki kamerasulkimen läpi, jossa oli muutettavalla aukko mahdollistamaan näytteen valollealtistusajan kontrollin. Suljin oli asetettu manuaaliselle kontrollille uudelleensuuntauksessa vaadittavista pitemmistä altistusajoista johtuen. Kun suljin avattiin, läpi kulki laservalonsäde, jonka halkaisija oli 4 mm. Lasersäde suunnattiin alustan tasoon nähden suorissa kulmissa kuvissa 2 osoitetulla tavalla.

Kuvissa 3 ja 4 esitetään suurennettu etukuva solusta ennen ja jälkeen polarisoidulla valonsäteellä altistusta. Ennen altistusta sisääntulevan valon polarisaatiosuunta (esitetty 2-päisellä nuolella) oli samansuuntainen polyimidipinnan sivelysuunnan kanssa, ja siten väriaineen (esitetty kummassakin päässä olevalla ympyrällä) pitkittäisakselin ja nestekidemolekyylien (esitetty viivalla). Altistuksen jälkeen väriaine- ja nestekidemolekyylien havaittiin kiertyneen kulmalla + Θ solualustan määrittämässä tasossa ja suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon. Muilla alueilla väriaine- ja nestekidemolekyylit olivat kiertyneet kulman - Θ solualustan määrittämässä tasossa ja suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon (kaikissa seuraavissa viittauksissa kiertymiskulmaan ymmärretään, että kiertyminen tapahtuu solualustan määrittämässä tasossa).

Kun Θ on suuruudeltaan 90°, 2 aluetta degeneroituvat 1 alueeksi (ts., kaikki nestekiteet sijaitsevat samansuuntaisesti), suuntauksen ollessa sisääntulevaan valoon nähden kohtisuorassa. Kaikilla muilla arvoilla + tai - Θ, jotka ovat nollasta eriäviä, havaitaan yhdellä polarisaattorilla, että väriaineen absorption maksimissa on kulma-aseman muutos suhteessa taustaan. Myös käytettäessä kahta polarisaattoria (1 solun kummallakin puolella) altistetulla alueella havaitaan värinmuutos suhteessa taustaan, joka värinmuutos ilmaisee nestekidemolekyylin kulma-

aseman muutoksen.

Tässä esimerkissä, jossa käytettiin lasertehoa 1,2 W aallonpituudella 514,5 nm ja altistusaikaa 45 min, havaittu + ja - θ oli noin 45°.

ESIMERKKI 2

Tässä esimerkissä havainnollistetaan, että nestekiteet (ilman väriainetta) voidaan suunnata uudelleen tämän keksinnön mukaisella menetelmällä, jos polarisoitu valo on nestekidekomponentin absorptiokaistalla.

Nestekide oli ZLI4139 (EM Industries, Incorporated, Hawthorne, New York), joka on ferrosähköinen nestekide (jolla on huoneenlämpötilassa kiraalinen smektinen C-faasi). ZLI4139:llä on voimakas absorptiokaista ultravioletilla alueella. Nestekiteeseen ei lisätty väriainetta. Valmistettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että käytettiin Pyrex-mikroskooppilasilevyjä (saatavissa yhtiöstä VWR Scientific, San Francisko, Kalifornia) ilman ITO-päällyksiä varmistamaan alhainen absorptio ultravioletti-alueella, ja 5-µm kuituja käytettiin etäisyyden varmistukseen. Solu täytettiin pintajännitysilmiöllä 130 °C:ssa.

Täydellisen solun altistukseen käytettiin kuvassa 2 esitettyä järjestelyä ilman linssiä. Valonlähde oli polarisoitu helium-kadmiumlaser, jota on saatavissa yhtiöstä Liconix, Sunnyvale, Kalifornia, joka emittoi aallonpituudella 325 nm. Säteen halkaisija oli suummilleen 1 mm, ja laserin teho oli noin 1, 0 mW. Solua altistettiin noin 1 min ja tarkastettiin. Nestekidemolekyylien kulma-asema alistetulla alueella oli eri, kuin taustaasemassa. Koska laservalon absorptio oli merkittävää, molekyylien orientaatio muuttui solun sisääntulopuolella suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon, mutta solun ulostulopuolella olevat molekyylit olivat koskemattomia (ts., valo absorboitui muttei läpäissyt nestekideväliainetta solun takapuolella

olevien molekyylien altistamiseksi). Tuloksena saatiin nestekiteen vääntynyt (twisted) suuntauminen.

ESIMERKKI 3

Tämä esimerkki havainnollistaa vieras/isäntä-järjestelmän uudelleensuuntaamista tämän keksinnön mukaisesti käyttämällä polarisoitua valoa, jonka aallonpituus on nestekiteen absorptiokaistan alueella.

Valmistettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 2 paitsi, että käytettiin 0,6 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 2 isäntänestekiteeseen liuotettuna.

Täydellisen solun altistamiseen käytettiin kuvassa 2 esitettyä järjestelmää (ilman linssiä). Valolähde oli esimerkissä 2 kuvattu heliumkadmiumlaser. Solua altistettiin 15 min ajan ja tarkastettiin. Valaistun alueen dikroismi oli taustan dikroismiin nähden erilaista. Kiertymiskulma oli sisääntulevaan valoon nähden noin 30°. Koska polarisoidun valon absorptio oli merkittävää, molekyylit solun sisääntulopuolella muuttivat orientaatiota suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon, mutta molekyylit solun ulosmenopuolella olivat muuttumattomia. Tuloksena saatiin nestekiteen vääntynyt suuntautuminen.

ESIMERKKI 4

Tässä esimerkissä osoitetaan, että vieras/isäntä-järjestelmä voidaan uudelleensuunnata polarisoitua valkoista valoa käyttäen.

Valmistettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 3. Täydellisen solun altistamiseen käytettiin Olympus BH-2-polarisaatiomikroskooppia (Olympus Optical Company, Tokio, Japani). Mikroskoopissa käytetään ksenonlamppua muodostamaan valkoista valoa, joka sitten kulkee polarisaattorin läpi. Solun altistus 2 tun-

nin ajan huoneenlämpötilassa ei saanut aikaan uudelleensuuntautumista. Solun lämpätilaa nostettiin kuitenkin Mettler FP52-lämpöpenkkiä ja FP5-lämpötilakontrolleria (Mettler Instrument Corporation, Princeton, New Jersey) käyttäen nopeudella 10 °C/min huoneenlämpötilasta (25 °C) 100 °C:een (ZLI4139:n isotrooppinen transitiolämpötila on 82 °C). Solu altistettiin valkoisella valolla, joka oli polarisoitu nestekiteen huoneenlämpötilassa suunnattuun suuntaan. Solun lämpötila alennettiin altistuksen aikana nopeudella 1 °C/min 100 °C:sta huoneenlämpötilaan. Altistetun alueen suuntauksen havaittiin olevan noin + ja - 30° sisääntulevan valon polarisaatiosta.

ESIMERKKI 5

Toistettiin esimerkki 1 suuremmalla väriaineen konsentraatiolla, jolloin osoitettiin, että suuremmilla väriaineen konsentraatioilla uudelleensuuntaukseen tarvitaan vähemmän energiaa (lyhyempiä altistusaikoja).

Valmsitettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että väriainetta 1 käytettiin 7,0 paino-% nestekiteen painosta. Uudelleensuuntaaminen suoritettiin kuten esimerkissä 1. + ja - Θ oli suuruudeltaan 90° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon 20 min altistusajan jälkeen. + ja - Θ ei kasvanut yli 90°:een kun altistusaika lisättiin yli 20 minuuttiin.

ESIMERKKI 6

Toistettiin esimerkki 1 käyttäen nemaattisessa nestekideisännässä erilaista atsoväriainetta.

Valmistettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että käytettiin 1,25 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 3 nemaattisiin isäntänestekiteisiin liuotettuna.

Suoritettiin uudelleensuuntaus kuten esimerkissä 1. + ja - Θ

oli suuruudeltaan 90° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon 45 min altistuksen jälkeen.

ESIMERKKI 7

Esimerkki 1 toistettiin käyttäen nemaattisessa nestekideisännässä antrakinoniväriainetta.

Valmistettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että käytettiin 1,5 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 4 nemaattiseen nestekideisäntään liuotettuna.

Uudelleensuuntaus suoritettiin kuten esimerkissä 1. + ja - 0 oli suuruudeltaan 90° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon 45 min altistuksen jälkeen.

ESIMERKKI 8

Toistettiin esimerkki 1 ilman polyimidisuuntauskerrosta.

Valmistettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, ettei ITO-päällystetylle lasialustalle päällystetty polyimidikerrosta (siten, pintoja ei sivelty), ja käytettiin 10-µm kuituja 11-µm kuitujen asemasta. Lisäksi isäntään liuotettiin väriaineen 1 sijasta 0,28 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 5.

Suuntaus suoritettiin laseria käyttäen kuten esimerkissä 1. + ja - 0 oli suuruudeltaan noin 30° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon 80 min altistuksen jälkeen. Suuntauksen tasaisuus altistetun alueen läpi oli hyväksyttävä, muttei yhtä hyvä, kuin sivellyllä polyimidisuuntauskerroksella.

ESIMERKKI 9

Tässä esimerkissä esitetään laseruudelleensuuntaaminen vieras-

/isäntä-nestekidejärjestelmällä, joka on aikaisemmin uudelleensuunnattu tämän keksinnön mukaisella menetelmällä.

Valmistettiin ja täytettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että käytettiin 2,0 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 1. Ensimmäinen uudelleensuuntaaminen suoritettiin, kuten esimerkissä 1. + ja - Θ oli suuruudeltaan noin 90° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon 5 min altistusajan jälkeen. Seuraavaksi solua kierrettiin 30° (sisääntulevalle lasersäteelle kohtisuorassa tasossa) ja altistettiin 5 min ajan samaan pisteeseen, kuin aikaisemmalla altistuksella. Havaittiin, että väriaine- ja nestekidemolekyylit olivat kiertyneet + ja - 90° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon, mikä oli noin 30° suhteessa aikaisempaan uudelleensuunnattuun suuntaan.

ESIMERKKI 10

Tässä esimerkissä esitetään suuntaaminen vieras/isäntä-nestekideväliaineella, jossa väriaine lisättiin solun polyimidisuuntauskerroksiin.

Valmistettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että väriainetta 5 lisättiin 1 paino-% NMP:n painosta 0,5 paino-%:iin polyimidiä NMP:ssä. Tämä seos pyöritettiin ITO-päällystetylle alustalle, ja suoritettiin kovettaminen esimerkin 1 tavalla.

Ennen kuin solu täytettiin solunvalmistusta kuvaavan kohdan tavalla vieras/isäntä-seoksella, se altistettiin kuvassa 2 kuvatulla järjestelmällä (ilman linssiä) käyttäen esimerkissä 1 kuvattua laseria. Sisääntulevan valon polarisaatio oli samansuuntainen solun lineaarisen sivelysuunnan kanssa. 15 s altistuksen jälkeen 1,2 W laserteholla aallonpituudella 512,5 nm solu täytettiin vieras/isäntä-seoksella esimerkissä 1 kuvatulla tavalla paitsi, että nemaattiseen nestekiteeseen liuotettiin 0,28 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 5 (rakenne taulukossa 1). Altistetulla alueella oli + ja - 90° kiertymä sisään-

tulevasta laserpolarisaatiosta. Solun altistetut alueet olivat sivelysuunnan suuntaiset. Sijoittamalla väriaine polyimidisuuntauskerrokseen laserilla indusoidun suuntauksen aikaansaamiseen vaadittavat altistusajat alenivat merkittävästi edeltävissä esimerkeissä havaittuihin verrattuna.

ESIMERKKI 11

Tässä esimerkissä esitetään nestekideväliaineen suuntaaminen tämän keksinnön mukaisesti kun väriaine lisättiin solun polyimidisuuntauskerroksiin. Valmistettiin ja suunnattiin solu kuten esimerkissä 10 paitsi, että väriainetta ei sekoitettu nestekiteen kanssa. Altistetulla alueella oli kiertymä + ja - 90 sisääntulevan valon polarisaatiosta. Nestekidemolekyylit solun altistamattomilla alueilla olivat sivelysuunnan suuntaiset.

ESIMERKKI 12

Tässä esimerkissä esitetään vieras/isäntä-järjestelmän suuntaus tapauksessa, jossa väriaine lisättiin solun sivelemättömiin polyimidisuuntauskerroksiin.

Valmistettiin ja suunnattiin kuten esimerkissä 10 paitsi, että kovetettua polyimidi/väriaine-suuntauskerrosta ei sivelty. Altistetulla alueella oli kiertymä + ja - 90° sisääntulevan valon polarisaatiosta yhtä hyvällä tasaisuudella, kuin esimerkeissä 10 ja 11 suunnatuilla soluilla. Altistamattomat alueet olivat täytön aikaisessa suunnassa.

ESIMERKKI 13

Tässä esimerkissä esitetään nestekiteen suuntaus tapauksessa, jossa väriaine lisättiin solun sivelemättömiin polyimidisuuntauskerroksiin.

Valmistettiin ja suunnattiin solu kuten esimerkissä 12 paitsi,

että nemaattiseen nestekiteeseen ei liuotettu väriainetta. Tulokset olivat kuten esimerkissä 12.

ESIMERKKI 14

Tässä esimerkissä esitetään tämän keksinnön mukainen uudelleensuuntaaminen solulla, joka oli suunnattu aikaisemmin, keksinnön mukaisesti, jolloin suuntauskerros koostui polyimidin ja väriaineen seoksesta.

Valmistettiin ja suunnattiin solu, kuten esimerkissä 10 paitsi, että kovetettua polyimidi/väriaine-suuntauskerrosta ei sivelty, ja solua altistettiin 5 min ajan säteellä, jota oli laajennettu linssillä. Ennen solun täyttämistä vieras/isäntä-seoksella (a) säde peitettiin niin, että säteen koko oli pienempi, kuin alkualtistukseen käytetyn säteen ala, (b) solua kierrettiin noin 45° tasossa, joka oli kohtisuorassa sisääntulevaan valonsäteeseen nähden, ja (c) seuraavaksi solua altistettiin 5 min ajan aikaisemmin altistetun alueen sisällä. Sitten solu täytettiin vieras/isäntä-seoksella käyttäen esimerkissä 1 kuvattua tapaa. Alkuperäisellä altistusalueella (alueella, joka altistettiin vain kerran), havaittiin kiertymä + ja - 90° suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon, ja uudelleenaltistetulla alueella (alueella, joka altistettiin kahdesti) oli kiertymä + ja - 90° suhteessa toisen altistuksen sisääntulevan valon polarisaatioon. Päällekkäisten (overlapping) alueiden suuntaus oli yhtä hyvä, kuin soluilla esimerkeissä 10 ja 11. Solun altistamattomat alueet olivat solun täytön aikaisessa suunnassa.

ESIMERKKI 15

Tässä esimerkissä esitetään lasersuuntaus vieras/isäntä-järjestelmällä tapauksessa, jossa väriaine sijoitetaan suoraan lasialustakomponentin läpinäkyvälle, johtavalle päällykselle.

Valmistettiin solu kuten esimerkissä 1 paitsi, että kummankaan

alustan ITO-kerrokselle ei pyöritetty polyimidiä. Sen sijaan NMP:hen lisättiin 1 paino-% NMP:n painosta väriainetta 4 ja pyöritettiin ITO-kerroksille. NMP sai haihtua 1 tunnin ajan. Tästä jäi jäljelle ohut väriainemolekyylien kalvo, joka oli alustojen ITO-kerrosten päällä. Pinta siveltiin kiillitusvaatteella, ja käytettiin 10 µm kuituja antamaan määräetäisyys soluja valmistettaessa.

Ennen kuin solu täytettiin vieras/isäntä-nestekideseoksella solunvalmistuyksessa kuvatulla tavalla se altistettiin kuvassa 2 esitetyllä järjestelmällä (ilman linssiä) käyttäen esimerkissä 1 kuvattua laseria. Sisääntulevan valon polarisaatio oli suorassa kulmassa solun lineaariseen sivelysuuntaan nähden. 10 s altistuksen jälkeen 1,2 W laserteholla aallonpituudella 514,5 nm solu täytettiin vieras/isäntä-nestekidemateriaalilla esimerkissä 1 kuvattua tapaa käyttäen. Pinnalla olevan väriaineen havaittiin liukenevan vieras/isäntä-materiaaliin solua täytettäessä. Altistetulla alueella oli kiertymä + ja - 90° sisääntulevan valon polarisaatiosta. Solun altistamattomat alueet olivat sivelysuunnassa.

ESIMERKKI 16

Tässä esimerkissä osoitetaan, että ferrosähköinen nestekideisäntä, jolla on kiraalinen smektinen C huoneenlämpötilafaasi, voidaan uudelleensuunnata tämän keksinnön mukaista menetelmää käyttäen.

Isäntänestekide oli BDH SCE-4 (BDH Limited, Poole, Englanti), joka on ferrosähköinen nestekide. Ferrosähköiseen nestekideisäntään liuotettiin 2,0 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 2. Solu valmistettiin ja täytettiin kuten esimerkissä 2.

Käytettiin kuvassa 2 esitettyä järjestelmää täydellisen solun altistamiseen esimerkissä 1 kuvattua laseria käyttäen. Säteen halkaisija laajennettiin 1 cm:iin linssiä käyttäen. Käytettiin

lasertehoa 1,0 W aallonpituudella 514,5 nm altistamaan solua 25 min ajan. Kiertymän kulma suhteessa sisääntulevan valon polarisaatioon vaihteli pitkin altistettua pistettä, koska energiatiheys 1-cm lasersäteen poikki on epätasainen. Polarisoitu valo suuntasi kuitenkin pisteen eri tavalla, kuin altistamattomat alueet.

ESIMERKKI 17

Tässä esimerkissä osoitetaan, että ferrosähköinen nestekideisäntä, jolla on smektinen A huoneenlämpötilafaasi, voidaan uudelleensuunnata tämän keksinnön menetelmän mukaisesti.

Isäntänestekide oli BDH S2C (saatavissa yhtiöstä BDH Limited, Poole, Englanti), jolla on smektinen A faasi huoneenlämpötilassa. Nestekideisäntään liuotettiin 1,0 paino-% nestekiteen painosta väriainetta 6. Valmistettiin solu kuten esimerkissä 1. Solu täytettiin pintajännnitysilmiöllä 130 °C:ssa ja suljettiin epoksilla.

Suuntaus suoritettiin kuten esimerkissä 1. Käytettiin lasertehoa 0,9 W aallonpituudella 514,5 nm solun altistamiseksi 45 min ajan. Polarisoitu valo suuntasi pistettä noin + ja - 90° sisääntulevaan laserpolarisaatioon nähden.

ESIMERKKI 18

Tässä esimerkissä esitetään nestekiteiden suuntaus tämän keksinnön mukaista menetelmää käyttäen, kun 1 alustoista on päällystetty polyimidisuuntauskerroksella, joka sisältää anisotrooppisesti absorboivaa väriainetta.

Valmistettiin solu kuten esimerkissä 10 paitsi, että polyimidi/väriaine 5/NMP-seosta pyöritettiin alustan yhdelle ITO-kerrokselle ja toisen alustan ITO-kerrokselle pyöritettiin polyimidi/NMP-seosta. Molempien alustojen kovetus suoritettiin kuten

esimerkissä 1. Molemmat alustat siveltiin lineaarisesti kiillotusvaatteella, ja solut valmistettiin kuten esimerkissä 1 paitsi, että määräetäisyyttä kontrolloimaan käytettiin 10 µm kuituja.

Nestekidesolu altistettiin kuten esimerkissä 1 käyttäen polarisoidun valon lähteenä argonlaseria. Solua altistettiin 5 min ajan 0,8 W:lla sisääntulevan lineaarisen polarisaation ollessa lineaarisen sivelyn suuntaisesti. 2 polarisaattoria käyttämällä altistetulla alueella havaittiin vääntynyt (twisted) suuntaus ts., nestekidemolekyylien orientaatio polyimidi/väriaine-alustalla oli 90° suhteessa nestekidemolekyyleihin polyimidialustalla).

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä molekyylien suuntaamiseksi nestekideväliaineessa, joilla molekyyleillä on alustan vieressä oleva pinta, t u n n e t t u siitä, että väliaineessa olevilla nestekiteillä on molekyylipaino alle 1500, ja väliaineessa tai sen viereisessä alustassa olevia anisotrooppisesti absorboivia molekyylejä altistetaan lineaarisesti polarisoidulle valolle aallonpituudella, joka on anisotrooppisesti absorboivien molekyylien absorptiokaistalla, ja altistetut anisotrooppisesti absorboivat molekyylit indusoivat nestekideväliaineen suuntauksen kulmalla + tai - Θ suhteessa sisääntulevan valonsäteen lineaarisen polarisaation suuntaan.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että anisotrooppisesti absorboivat molekyylit ovat termotrooppisia nestekideyhdisteitä tai dikroisia väriaineita, joilla on dikroiset absorbtiokaistaleet välillä noin 150 nm ja noin 200 nm.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että nestekideväliaine sisältää anisotrooppisesti absorboivat molekyylit.

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 muykainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että alusta sisältää anisotrooppisesti absorboivat molekyylit.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainene menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että anisotrooppisesti absorboivat molekyylit ovat termotrooppisia nestekideyhdisteitä tai dikroisia väriaineita.

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että anisotrooppisesti absorboivat molekyylit ovat nemaattisia tai smektisiä nestekideyhdisteitä.

7. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että anisotrooppisesti absorboivat molekyylit ovat dikroisen väriaineen molekyylejä termotrooppiseen nestekideyhdisteeseen liuenneena.

8. Minkä hyvänsä edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että nestekidevä-liaine on suunnattu homogeenisesti ennen anisotrooppisesti absorboivien molekyylien altistamista polarisoidulle valolle.

9. Minkä hyvänsä edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että lineaarisesti polarisoitu valo emittoituu argon-, heliumneon- tai heliumkadmiumlaserista.

10. Minkä hyvänsä edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että anisotrooppisesti absorboivat molekyylit ovat dikroisia väriaineita joukosta atso-, diatso-, triatso-, tetra-atso-, penta-atso-, antrakinoni-, merisyaniini-, metiini-, 2-fenyyliatsotiatsoli-, 2-fenyyliatsobentstiatsoli-, 4,4'-bis(aryyliarso)stilbeeni-, perlyni- ja 4,8-diamino-1,5-naftakinoniväriaineet.

11. Minkä hyvänsä edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että se suoritetaan sähkökentän läsnäollessa.

12. Minkä hyvänsä edeltävistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että alusta sisältää silitetyn suuntauskerroksen.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u edelleen siitä, että anisotrooppisesti absorboivat molekyylit ovat osa suuntaavaa kerrosta.

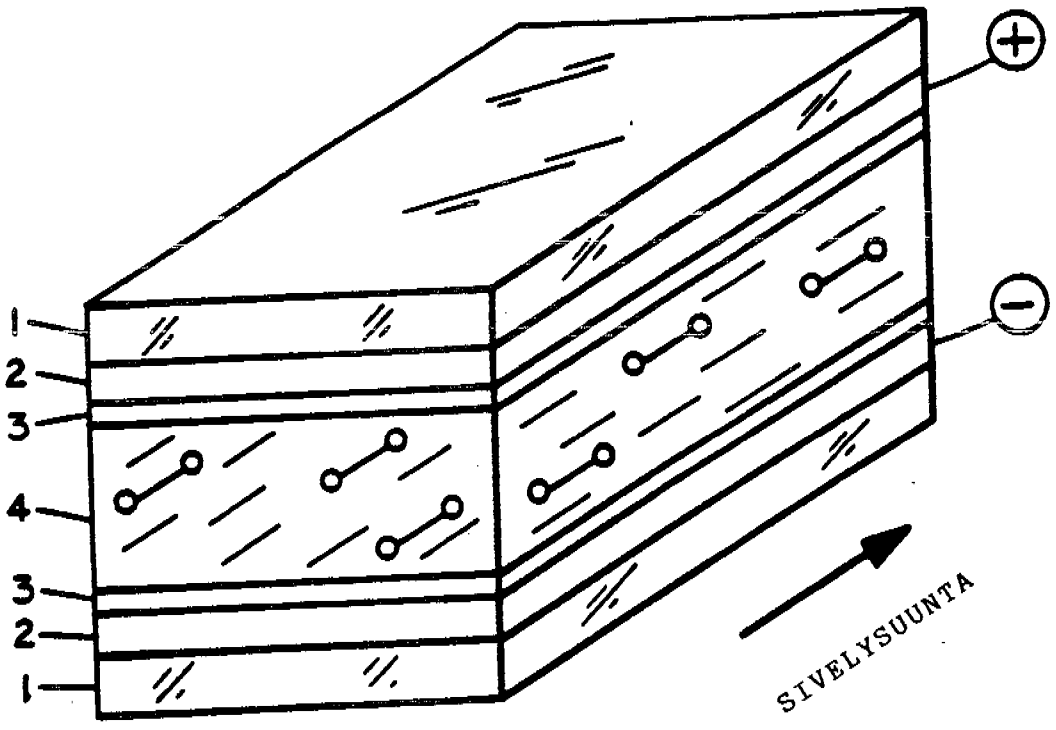
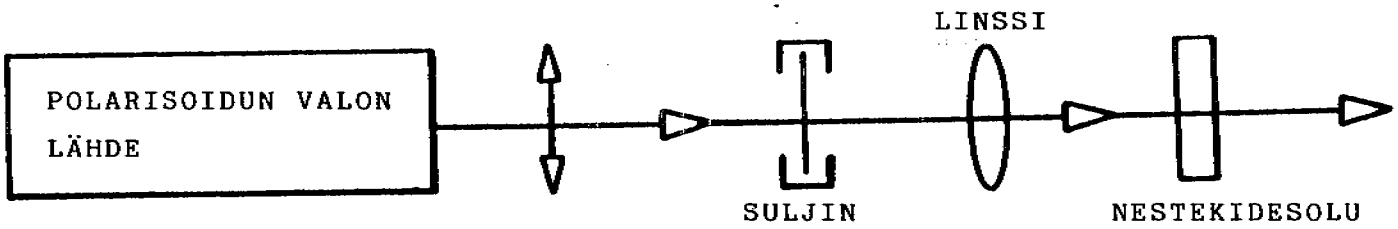
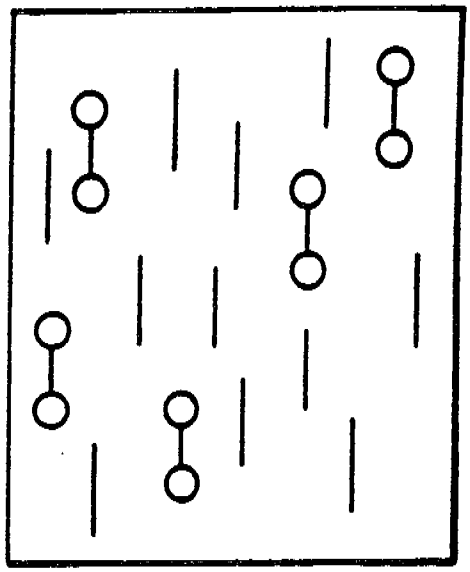


FIG. 1



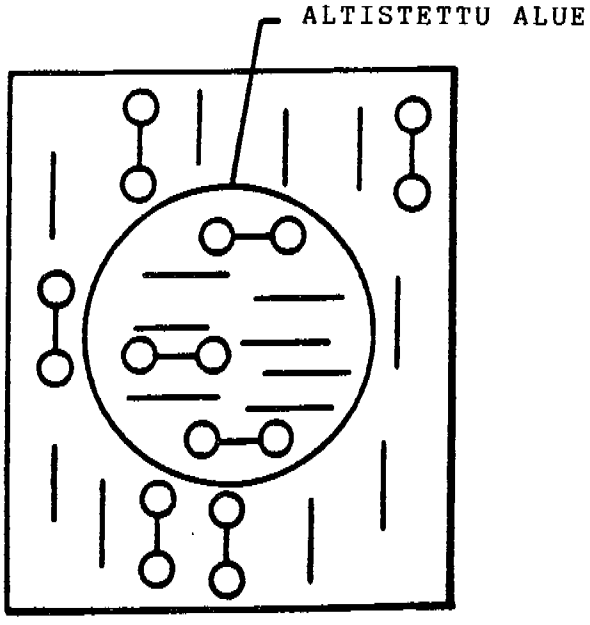
W.M.G. 3/6/89
BJd 3/6/89
STS 3/4/89

FIG. 2



ENNEN ALTISTUSTA

FIG.3



ALTISTUKSEN JÄLKEEN

FIG.4