



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 02 037 T2 2004.02.05

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 147 451 B1

(51) Int Cl.⁷: G02F 1/1337

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 02 037.1

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/IB00/00065

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 900 762.6

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 00/46634

(86) PCT-Anmeldetag: 25.01.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 10.08.2000

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 24.10.2001

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 09.04.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 05.02.2004

(30) Unionspriorität:

9902404 03.02.1999 GB

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE

(73) Patentinhaber:

Rolic AG, Zug, CH

(72) Erfinder:

SEIBERLE, Hubert, D-79576 Weil am Rhein, DE;
SCHADT, Martin, CH-4411 Seltisberg, CH

(74) Vertreter:

Lederer & Keller, 80538 München

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERZEUGEN EINER BEVORZUGTEN AUSRICHTUNG IN FLÜSSIGKRISTALL-ZELLEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

- [0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer Wand einer Flüssigkristallzelle gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Ausserdem bezieht sich die vorliegende Erfindung auf LCD-Elemente, welche eine bevorzugte Ausrichtung enthalten.
- [0002] Der Betrieb von Flüssigkristallbauteilen (z.B. Flüssigkristallanzeigen und Lichtfilter und flüssigkristalline Polymerelemente wie beispielsweise optische Verzögerungsmittel, Polarisatoren, cholesterische Filter etc.) erfordern eine kontrollierte Ausrichtung der Flüssigkristalle sowie zudem normalerweise eine Neigung der Flüssigkristalle. Gegenwärtig wird eine mechanische Reibetechnik dazu verwendet, um Oberflächen herzustellen, welche dazu in der Lage sind, eine Ausrichtung und eine Neigung zu erzeugen.
- [0003] Um die Nachteile der Reibetechniken zu umgehen, sind diverse optische Methoden entwickelt worden, welche linear polarisiertes Licht verwenden und welche normalerweise als Photoorientierungsmethoden bezeichnet werden. Diese sind in den folgenden Dokumenten beschrieben: US 4,974,941 (Gibbons et al.), US 5,784,139 (Chigrinov et al.), US 5,389,698 (Chigrinov et al.) und EP 0 525 478 (Hoffmann-La Roche et al.).
- [0004] Auch wenn diese Methoden an sich zufriedenstellende Resultate liefern, so beruhen doch die in diesen Patenten beschriebenen Verfahren auf der Verwendung von polarisiertem Licht. Lichtquellen zur Erzeugung von polarisiertem Licht sind vergleichsweise komplex und sind deshalb unter Umständen weniger geeignet für Massenproduktion und ausserdem teuer. Da ein Polarisator normalerweise mindestens 50% des Lichts absorbiert, würde ein Weglassen des Polarisators eine wesentlich bessere Verwendung der Lichtquelle erlauben (entweder einen schnelleren Effekt ermöglichen oder die Verwendung einer schwächeren Lampe). Deshalb wurden bereits gewisse Methoden vorgeschlagen, welche nicht-polarisiertes Licht verwenden.
- [0005] Die Erzeugung eines Neigungswinkels in einer nematischen Flüssigkristallzelle unter Verwendung einer Polyimid-Oberfläche, welche mit nicht-polarisiertem UV-Licht unter einem Einfallwinkel von 70° bezüglich der normalen zur Oberfläche bestrahlt wurde, wurde von Seo et al. in „Asia Display 98“ Paper P-81, Seiten 795 bis 798 und in „Liquid Crystals“, 1997, Band 23, Nr. 6, Seiten 923 bis 925 beschrieben. Dennoch kann die dort vorgeschlagene Methode nicht von den potentiellen Vorteilen profitieren, welche wir identifiziert haben, und erfordert anstelle einer sehr hohe Einstrahlung von Energie, welche genügt, um das Polyimid zu depolymerisieren.
- [0006] Die Schrift GB-A-2,319,093 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer Orientierungsschicht für eine Flüssigkristallvorrichtung. Unpolarisiertes oder teilweise polarisiertes Licht wird schräg auf eine lichtempfindliche Schicht gerichtet. Das Dokument offenbart eine Herstellungsmethode einer Mehrdomänen-Flüssigkristallzelle unter Verwendung von unterschiedlichen Einstrahlungsschritten, wobei Masken jeweilige Zonen, welche nicht eingestrahlt werden sollen, von der Bestrahlung mit Licht schützen im jeweiligen speziellen Schritt.
- [0007] Die Schrift EP-A2-0 788 012 beschreibt in einem der genannten Beispiele, Beispiel 4, die Verwendung von natürlichem Licht zur Herstellung eines homeotropischen Orientierungsfilms für ein Flüssigkristalldisplay. Dabei wird erwähnt, dass für die Herstellung von Flüssigkristallzellen mit mehreren Domänen Fotomasken verwendet werden können.
- [0008] Der vorliegenden Erfindung entsprechend wird ein Verfahren zur Herstellung einer Wand einer Flüssigkristallzelle vorgeschlagen. Dabei wird einer Schicht eines Materials auf der Wand eine Eigenschaft übertragen, wobei diese Eigenschaft ist, dass Flüssigkristall-Moleküle, die auf dem Material auf der Wand in der Benutzung der Zelle angeordnet werden, eine bevorzugte Ausrichtung annehmen, wobei das Verfahren den Schritt umfasst des Aussetzens des Materials unpolarisierter oder zirkular polarisierter Strahlung aus einer geneigten Richtung, wobei die besagte Eigenschaft weiterhin das Übertragen einer bevorzugten Neigung als auch einer bevorzugten azimutalen Ausrichtung für solche Flüssigkristall-Moleküle umfasst, wobei die Strahlung, der das Material ausgesetzt wird, bereichsweise gemustert ist. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass in dem besagten Schritt des Übertragens einer Eigenschaft die bevorzugte Ausrichtung in einem Belichtungsschritt bereichsweise durch eine Matrix (Array) von optischen Mikroelementen gemustert wird, die zwischen der Quelle der Strahlung und dem Material angeordnet ist.
- [0009] Die Verwendung einer Matrix von Mikroelementen können die Schichten innerhalb eines Belichtungsschrittes fotostrukturiert werden. Dies bedeutet, dass die azimutale Ausrichtung und der Neigungswinkel in unterschiedlichen Teilen der Schicht unterschiedlich gestaltet sein können, indem sie durch holografische Bildgebung belichtet werden, oder durch Mikroelemente wie beispielsweise Mikroprismen, Mikrolinsen und pixelierte Lichtschalter wie Mikrospiegel, dies sogar dann, wenn die Quelle selber senkrecht zur Schicht oder zum Mikroelementarray einstrahlt.
- [0010] Vorzugsweise liegt der Einfallswinkel ϕ der Einstrahlung relativ zur Normalen zur Ebene innerhalb eines Bereichs von $5^\circ < \phi < 70^\circ$, und übersteigt vorzugsweise 45° .
- [0011] Die Einstrahlung kann ultraviolett sein.
- [0012] Die genannte bevorzugte Neigung ist vorzugsweise dergestalt, dass die longitudinale Achse der Flüssigkristall-Moleküle in einer Ebene liegt, welche die normale zur Schicht und die Richtung der Einstrahlung umfasst. Der übertragene bevorzugte Winkel der Neigung übersteigt vorzugsweise 45° zur Ebene der Schicht und

ist besonders bevorzugt grösser als 75°.

[0013] Zudem kann die Wirkung der Einstrahlung auf das Material darin bestehen, es zu vernetzen, und so ausserdem die Stabilität des Materials sowie seine Orientierungseigenschaften zu erhöhen.

[0014] Dieses Verfahren, bei welchem die Einstrahlung mit unpolarisiertem, vorzugsweise ultraviolettem Licht in einer spezifischen Einstrahlungsgeometrie verwandt wird, mit einem geeigneten Material der Orientierungsschicht, verursacht die Umwandlung in eine Schicht, welche vor der Einstrahlung isotrop war, in eine anisotrope Schicht. Die Schicht und das Verfahren haben normalerweise die folgenden, charakteristischen Eigenschaften:

(a) Nach der Konversion hat die Schicht eine Orientierungswirkung auf ein monomeres oder prä-polymeres Flüssigkristallmaterial, welches auf die Schicht aufgebracht wird.

(b) Simultan zur Erzeugung der Anisotropie in der Schicht findet ausserdem Vernetzung statt. Dies bedeutet, dass die Erzeugung der Orientierungsfähigkeit und die Vernetzung auf einem bimolekularen Fotoprozess beruhen. Das vorgeschlagene Verfahren kann aber ebenso gut auf monomolekulare Prozesse angewendet werden, typischerweise unter Verwendung von Azo-Farbstoffen.

[0015] Wenn, wie bevorzugt und wünschenswert, das Material der Schicht eine Fotoorientierungsempfindlichkeit besser als 2 J/cm² besitzt, und die Energie der Einstrahlung (gemessen senkrecht zur Strahlungsrichtung) entsprechend auf einem Wert niedriger als 2 J/cm² gehalten werden kann, kann die Produktivität erhöht werden, da in diesem Fall die Belichtungszeiten reduziert auf Werte von weniger als 10 Minuten werden können.

[0016] Die Schichten können als Orientierungsschichten für Flüssigkristallzellen Anwendung finden wie beispielsweise als Displays; Die Displays können monomere nematische, cholesterische oder smektische (inklusive chiral-smektische C) Flüssigkristalle enthalten. Die Betriebsweise kann Transmission oder Reflexion sein. Bei Reflexion können sowohl spekulare metallische oder diffuse Reflektoren verwendet werden, sowie Reflektoren aus cholesterischen Schichten oder polarisations-konvertierende optische Elemente (z.B. BEF-Folien).

[0017] Das Substrat des Bauteils kann. Glas, Plastik, ein Silikon-Chip oder ein anderes geeignetes Material sein.

[0018] Die Vorteile der Elimination der Notwendigkeit der Verwendung von polarisiertem Licht umfasse, abgesehen von den bereits genannten Vorteilen, die folgenden: generelle Vereinfachung des Verfahrens und bessere Eignung des Verfahrens für Massenproduktion; Eignung zur Verwendung von Mikrolinsen, Mikroprismen oder ähnlichen Matrizen für die Belichtung, was zu einer strukturierten Ausrichtung unter Verwendung nur eines Einstrahlungsschritts führt, was mit polarisiertem Licht nicht möglich ist.

[0019] Die Erfindung kann in Relation mit vertikal ausgerichteten nematischen Zellen (Vertically Aligned Nematic Cells, VAN) verwendet werden, wobei die Flüssigkristalldisplays einen Neigungswinkel von $90^\circ \geq \theta \geq 75^\circ$ auf beiden Oberflächen aufweisen, oder in Relation mit Hybrid Aligned Nematic Cells (HAN), bei welchen der Neigungswinkel an einer Oberfläche im Bereich von $90^\circ \geq \theta_1 > 75^\circ$ und auf der anderen Oberfläche $\theta_2 \leq 30^\circ$ gilt. Dazwischenliegende Neigungswinkel auf einer oder beiden Oberflächen können ebenfalls sinnvoll eingesetzt werden.

[0020] Das Material als solches kann im wesentlichen homeotropisch orientierend ausgebildet sein. Dies bedeutet, dass es sich beim Material um ein Material handeln kann, welches einen grossen (azimutal unorientierten) Neigungswinkel induziert, nicht notwendigerweise genau 90°, aber vorzugsweise grösser als 80°, besonders bevorzugt grösser als 85°, auf benachbart angeordnete Flüssigkristall-Moleküle. Insbesondere wenn grosse Neigungswinkel erforderlich sind, kann es sich als vorteilhaft erweisen, mit einem im wesentlichen homeotropisch orientierenden Material zu beginnen, welches (abgesehen von der azimutalen Ausrichtung) nur eine kleine Anpassung des induzierten Neigungswinkels erforderlich machen wird, um den exakten Neigungswinkel zu erhalten.

[0021] Die in dieser Erfindung verwendeten Materialien können photopolymerisierbare Polymere sein, so wie jene, welche in den bekannten Fotoorientierungsverfahren verwendet werden, insbesondere linear photopolymerisierbare Polymere.

[0022] Die verwendeten Materialien können aber nicht nur photopolymerisierbare Polymere umfassen, sondern auch monomolekulare Ausrichtungsmaterialien, welche inhärent instabil sind, weil der Schritt der Fotoorientierung diese Materialien nicht vernetzt; Dies macht aber nichts, wenn die Flüssigkristall-Polymersschicht aufgebracht wird, während das monomolekulare Material fotoorientiert wird, da das genannte Flüssigkristall-Polymer seinerseits vernetzt werden kann (wobei es in seiner geneigten Position stabilisiert wird), wonach die Instabilität des monomolekularen Materials keinen schädigenden Effekt mehr hat.

[0023] Alternativ kann es sich beim Material um eine polymerisierbare Mischung handeln, welche folgende Komponenten enthält (i) ein Flüssigkristall-Monomer oder Prä-Polymer mit vernetzbaren Gruppen, und (ii) ein fotoorientierbares Monomer oder Oligomer oder Polymer. Derartige Mischungen sind in der Patentanmeldung UK 98 12636.0 beschrieben. Ungeachtet der unterschiedlichen Funktion der teilnehmenden Moleküle sind derartige Mischungen in der Lage, sowohl orientiert als auch vernetzt zu werden zu einem Flüssigkristall-Polymer.

Derartige Mischungen können infolgedessen auf der einen Seite als anisotrope Schichten in optischen Komponenten verwendet werden, oder auf der anderen Seite, wobei sie dann normalerweise als dünnere Schicht aufgetragen werden, als Orientierungsschicht.

[0024] Selbstverständlich kann die Substanz (i) auch eine Flüssigkristall-Polymermischung sein, d.h. kann zwei oder mehr verschiedene Flüssigkristall-Molekültypen enthalten. Gleichermaßen kann es sich bei der Substanz (ii) um eine Mischung aus fotoorientierbaren Molekülen handeln. Eine bevorzugte fotoorientierbare Substanz (ii) enthält Moleküle, welche Cis-Trans-Isomerie zeigen, insbesondere Azo-Farbstoffe. Eine andere bevorzugte fotoorientierbare Substanz (ii) enthält ein linear photopolymerisierbares Polymer.

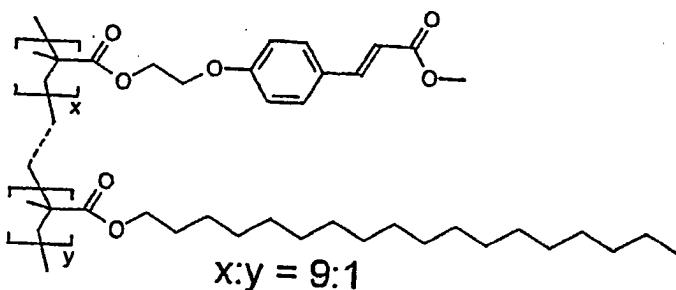
[0025] Die Erfindung erstreckt sich auch auf eine Wand einer Flüssigkristallzelle, welche eine Schicht trägt, wobei diese Schicht die Eigenschaft besitzt, dass Flüssigkristall-Moleküle, welche auf diese Schicht aufgebracht werden, eine bevorzugte Ausrichtung annehmen, wobei diese Eigenschaft übertragen wird durch die Schicht in einem Verfahren, wie es oben beschrieben wurde.

[0026] Ausserdem erstreckt sich die Erfindung auf eine Flüssigkristallzelle, von welcher wenigstens eine Wand in Kontakt ist mit einem Flüssigkristallmaterial, wie dies oben beschrieben wurde.

[0027] Weitere Aspekte zum besseren Verständnis der Erfindung sollen nun anhand von Beispielen erläutert werden.

Beispiel 1 – Vertically Aligned Nematic (VAN) Zelle

[0028] Eine 2%-Lösung S1 von Photopolymer A in Cyclopentanon wurde hergestellt und während 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt.



Photopolymer A:

[0029] Die Lösung S1 wurde bei 2000 rpm auf zwei Indium-Zinn-Oxid-Glasplatten-Substrate in einem Spin-Coating-Prozess aufgebracht, und wurde anschliessend während 30 Minuten auf einer heißen Platte bei 130°C getrocknet. Alle diese Operationen wurden in einer Umgebung durchgeführt mit reduziertem ultraviolettem Licht.

[0030] Die beschichteten Substrate wurden anschliessend isotropem ultraviolettem Licht einer 200 W-Hochdruck-Quecksilber-Lampe ausgesetzt unter einem Einstrahlungswinkel von 65° relativ zur Normalen des Substrats während 6 Minuten. Eine Kante des Substrats wurde derart angeordnet, dass sie parallel zur Ebene lag, welche die Normale zum Substrat und die Richtung des eingestrahlten Lichts enthielt während der Belichtung.

[0031] Zur Einschränkung der Bandbreite des Lichts wurde ein Ultraviolet-Kantenfilter WG295 (Schott) und ein Bandpassfilter UG11 (Schott) verwendet. Das eingestrahlte Licht, gemessen mit einem Lichtintensitätsmessgerät 1000 mit Messpunkt bei 320 nm (Carl Süss) hatte bei der Position des Substrats eine gemessene Intensität von 2 mW/cm² (aber senkrecht zur Einstrahlungsrichtung gemessen). Eine Zelle mit parallelen Seitenwänden wurde konstruiert unter Verwendung dieser zwei Substrate, wobei die beiden genannten Beschichtungen aufeinander gerichtet waren und 2,7 µm voneinander beabstandet waren, unter Verwendung von Plastik-Distanzfolien. Die Zelle wurde anschliessend bei Raumtemperatur mit „Liquid Crystal Mixture 8987“ gefüllt, wie verfügbar von Rolic Research Ltd., Schweiz. Das Material verfügt über eine dielektrische Anisotropie von $\Delta\epsilon = -3,5$, eine optische Anisotropie von $\Delta n = 0,096$, und eine isotrope Flüssigkristall-Übergangstemperatur T_c von 77,3°C.

[0032] Wurde die Zelle zwischen zwei gekreuzten Polarisatoren betrachtet, so erschien sie dunkel bei allen azimutalen Winkeln der Zelle bezüglich Polarisatoren, mit anderen Worten: die Flüssigkristallmischung war homotrop.

[0033] Wurden 5 V 90 Hz Wechselstrom zwischen den Elektroden der Substrate angelegt, dann (i) wurde die Zelle maximal durchlässig für Licht, wenn sie mit ihren Seitenkanten 45° zur Richtung der Po-larisation der gekreuzten Polarisatoren ausgerichtet wurde und (ii) die Zelle wurde maximal dunkel, wenn sie mit ihren Kanten parallel und senkrecht zu den Polarisationsrichtungen der gekreuzten Polarisatoren ausgerichtet wurde. Dies zeigt, dass die Flüssigkristallmischung in Abhängigkeit der ursprünglichen Einstrahlungsebene des Belichtungslichts orientiert wurde (wobei zur Erinnerung erwähnt werden muss, dass die ursprüngliche Einstrahlungsrichtung parallel zu einer Kante des Substrats und damit zur Zelle ausgerichtet war).

[0034] Unter Verwendung eines Neigungskompensators konnte festgestellt werden, dass die optische Achse

des geschalteten Flüssigkristalls parallel zur Schnittlinie von Substrat und der Ebene des ursprünglich eingeschalteten ultravioletten Lichts lag.

[0035] Wurde die oben genannte Anwendung von Wechselstrom mit einer Potentialdifferenz von nur 3 V wiederholt, wurde unter den Betrachtungsbedingungen (i) eine nur schwache Durchlässigkeit beobachtet, wenn senkrecht zur Ebene betrachtet, mit anderen Worten: es war unter diesen Bedingungen der Richtungsvektor \vec{n} nur leicht geneigt. Um die Neigungsrichtung der Flüssigkristallzelle zu verifizieren, wurde die Zelle um eine Achse geneigt, welche in der Ebene der Zelle lag und welche senkrecht zur Ebene umfassend den Richtungsvektor \vec{n} lag, bis sie wiederum dunkel erschien. Bei dieser Ausrichtung wurde die Zelle wiederum effektiv entlang ihrer optischen Achse, d.h. entlang \vec{n} betrachtet. Dies offenbarte, dass die Richtung der Neigung des Flüssigkristalls relativ zur Normalen der Zelle umgekehrt zur Einstrahlungsrichtung der ursprünglichen ultravioletten Bestrahlung lag.

[0036] Ob mit oder ohne angelegte Spannung, die Orientierung des Flüssigkristalls war uniform ohne Versetzungen oder Domänengrenzen. Insbesondere zeigt es sich, dass beim Schalten keine sogenannten Reverse Tilt Domains erzeugt wurden, wie sie entstehen würden, wenn die Flüssigkristall-Moleküle in Folge eines zu kleinen Neigungswinkels in der Orientierungsschicht, umgekehrt geneigt worden wären in gewissen Bereichen.

Beispiel 2 – Messung des Neigungswinkels

[0037] Wie in Beispiel 1 wurden zwei Inidum-Zinn-Oxid-beschichtete Glasplatten mit der Lösung S1 in einem Spin-Coating-Prozess beschichtet und bei 130°C während 30 Minuten getrocknet.

[0038] Beide Substrate wurden anschliessend während 6 Minuten isotropem UV-Licht ausgesetzt unter einem Einstrahlungswinkel von 65° relativ zur Normalen des Substrats bestrahlt. Der spektrale Bereich des Lichts war eingeschränkt durch einen UV-Absperrfilter WG295 (Schott) und einen Bandpassfilter UG11 (Schott). Die Intensität des UV-Lichts an der Position der fotosensitiven Schicht wurde gemessen und betrug 2 mW/cm², wobei ein Messgerät zur Intensitätsmessung des Lichts von Carl Süss verwendet wurde zusammen mit 320 nm-Messkopf (Carl Süss).

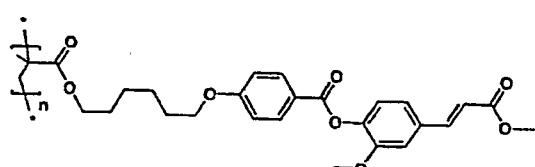
[0039] Um den durch die Orientierungsschichten induzierten Neigungswinkel auszumessen, wurde eine Zelle mit parallelen Wänden mit den oben genannten belichteten Substraten hergestellt. Der Zellenabstand wurde auf 20 µm eingestellt unter Verwendung von zwei Quarzfasern als Abstandshalter. Vor dem Füllen der Zelle wurde diese auf 90°C erhitzt, um sicherzustellen, dass der Füllprozess in der isotropen Phase der Flüssigkristallmischung stattfindet. Anschliessend wurde eine dielektrische Flüssigkristallmischung mit einer dielektrischen Anisotropie von -5,1, einer optischen Anisotropie von $\Delta n = 0,0984$, und einer isotropen Flüssigkristall-Übergangstemperatur T_c von 77,8°C (Mischung Nr. 9383, verfügbar von Rolic Research Ltd., Schweiz) gefüllt. Nach dem Füllen wurde die Zelle auf Raumtemperatur heruntergekühlt mit einer Abkühlrate von 1°C pro Minute.

[0040] Für die Messung des Neigungswinkels wurde das Verfahren der Kristallrotation verwendet. Dabei wurde festgestellt, dass der Richtungsvektor des Flüssigkristalls um 3° bezüglich der Normalen des Substrats geneigt war.

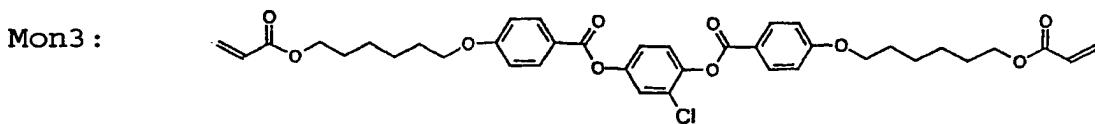
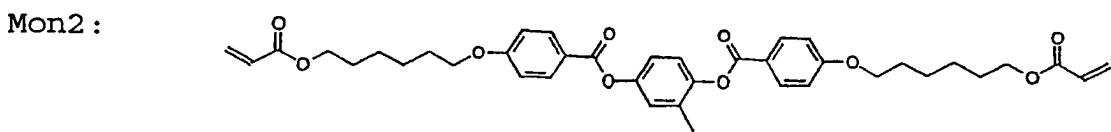
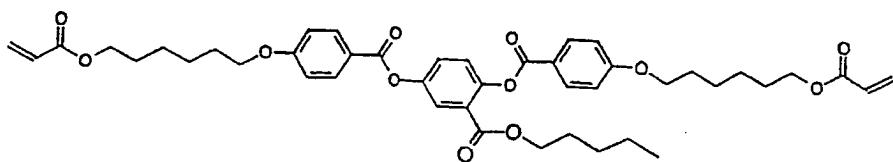
Beispiel 3 – Liquid Crystal Polymer (LCP) Komponente

[0041] Zunächst wurde eine 2 Gewichts-%-Lösung S2 des fotoorientierbaren Materials B hergestellt, unter Verwendung von Cyclopentanon als Lösungsmittel. Diese Lösung wurde während 30 Minuten bei Raumtemperatur gerührt.

Photopolymer B:



[0042] Anschliessend wurde eine Mischung ML(p hergestellt, welche folgende flüssigkristalline Diacrylat-Monomere enthielt:



Zusätzlich zu den Diacrylat-Monomeren wurde der Fotoinitiator IRGACURE 369 von Ciba SC als auch BHT (2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol/"butyl hydroxytoluol"), welches als Inhibitor diente, der Lösung beigemischt. Entsprechend war die Zusammensetzung der Mischung ML(p wie folgt:

Mon1	77 Gewichts-%
Mon2	14,5 Gewichts-%
Mon3	4,7 Gewichts-%
Irgacure 369	1,9 Gewichts-%
BHT	1,9 Gewichts-%.

[0043] Am Ende wurde die Lösung S(LCP) erhalten, indem 10 Gewichts-% der Mischung ML(p in Anisol aufgelöst wurden.

[0044] Die Herstellung der Schicht begann mit einem Spin-Coating der Lösung S2 auf ein rechteckiges, 1 mm dickes Glassubstrat bei 3000 rpm während 1 Minute. Die Schicht wurde anschliessend auf einer heißen Platte während 30 Minuten bei 130°C getrocknet.

[0045] Anschliessend wurde das beschichtete Substrat während 6 Minuten der isotropen UV-Strahlung einer 200 W-Hochdruck-Quecksilberdampflampe ausgesetzt unter einem Einstrahlungswinkel von 65° relativ zur Normalen des Substrats. Die Einstrahlungsebene des UV-Lichts, welche definiert war durch die Normale des Substrats und die Richtung der Einstrahlung des Lichts, wurde parallel zur längeren Kante des Substrats ausgerichtet. Der spektrale Bereich des Lichts wurde durch einen UV-Trennfilter WG295 (Schott) und einen Bandpassfilter UG11 (Schott) eingeschränkt. Die Intensität des UV-Lichts an der Stelle der fotosensitiven Schicht wurde gemessen und betrug 2 mW/cm², wobei ein Instrument zur Messung der Lichtintensität von Carl Süss verwendet wurde zusammen mit dem Messkopf für 320 nm (Carl Süss).

[0046] Wenn das Substrat zwischen zwei gekreuzten Polarisatoren angeordnet wurde, erschien es dunkel, unabhängig vom Winkel zwischen den Kanten des Substrats und den Transmissionsachsen des Polarisators. Entsprechend konnte keine erkennbare induzierte Doppelbrechung in der fotosensitiven Schicht beobachtet werden.

[0047] In einem nächsten Schritt wurde eine Schicht aus M_{LCP} hergestellt auf der UV-belichteten fotosensitiven Schicht, indem die Lösung S(LCP) bei einer Rotation von 1000 rpm während 2 Minuten in einem Spin-Coating-Prozess aufgebracht wurde. Das Substrat wurde anschliessend auf 70°C erhitzt, was gerade oberhalb der Auslösetemperatur T_c = 68°C der Mischung M_{LCP} lag, und anschliessend auf 65°C heruntergekühlt, bei einer Abkühlrate von 0,1°C pro Minute. Anschliessend wurde die M_{LCP}-Schicht unter Stickstoffatmosphäre vernetzt, indem es dem Licht einer 150 W-Xenonlampe während 10 Minuten ausgesetzt wurde. Eine Dicke von 250 nm wurde für die vernetzte Schicht M_{LCP} gemessen.

[0048] Wurde das Substrat zwischen zwei gekreuzten Polarisatoren derart angeordnet, dass die Kanten des Substrats mit den Transmissionsachsen der Polarisatoren einen Winkel von 45° einschlossen, so erschien das Substrat grau. Das Substrat erschien andererseits dunkel, wenn es mit seinen Kanten parallel oder senkrecht zu den Transmissionsachsen des Polarisators angeordnet wurde. Entsprechend war die Schicht M_{LCP} doppelbrechend mit einer optischen Achse angeordnet entweder parallel oder senkrecht zur längeren Kante des Substrats. Unter Verwendung eines Neigungskompensators konnte festgestellt werden, dass die optische Achse

der M_{LCP} -Schicht parallel zur längeren Kante des Substrats angeordnet war, welche längere Kante parallel zur Einstrahlungsebene des UV-Lichts während der Belichtung des fotoorientierbaren Materials JP265 lag.

[0049] Zusätzlich zur azimutalen Ausrichtung wurde gefunden, dass die optische Achse der M_{LCP} -Schicht geneigt war relativ zur Oberfläche des Substrats, dies mit einem mittleren Neigungswinkel von ungefähr 30° relativ zur Ebene des Substrats. Aus der Betrachtungswinkelabhängigkeit der optischen Erscheinung wurde geschlossen, dass die optische Achse in der M_{LCP} -Schicht entgegen der Einstrahlungsrichtung des UV-Lichts, welches für die Belichtung des fotoorientierbaren Materials verwendet wurde, geneigt war.

[0050] Entsprechend induzierte die Belichtung mit geneigt einfallendem isotropem UV-Licht eine Ausrichtungseigenschaft in der fotoorientierbaren Schicht, welche stark genug war, um die Flüssigkristall-Monomere der Mischung M_{LCP} parallel zur Einstrahlungsebene des UV-Lichts auszurichten, als auch um die M_{LCP} -Moleküle gleichmäßig aus der Schicht der Ebene herauszuneigen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Wand einer Flüssigkristallzelle, wobei einer Schicht eines Materials auf der Wand eine Eigenschaft übertragen wird, wobei diese Eigenschaft ist, dass Flüssigkristall-Moleküle, die auf dem Material auf der Wand in der Benutzung der Zelle angeordnet werden, eine bevorzugte Ausrichtung annehmen, wobei das Verfahren den Schritt umfasst des Aussetzens des Materials unpolarisierter oder zirkular polarisierter Strahlung aus einer geneigten Richtung, wobei die besagte Eigenschaft weiterhin umfasst das Übertragen einer bevorzugten Neigung als auch einer bevorzugten azimutalen Ausrichtung für solche Flüssigkristallmoleküle, wobei die Strahlung, der das Material ausgesetzt wird, bereichsweise gemustert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem besagten Schritt des Übertragens einer Eigenschaft die bevorzugte Ausrichtung in einem Belichtungsschritt bereichsweise durch eine Matrix von optischen Mikroelementen gemustert wird, die zwischen der Quelle der Strahlung und dem Material angeordnet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Matrix von Mikroelementen eine Mikrolinsenmatrix ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Matrix von Mikroelementen eine Mikroprismenmatrix ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Matrix von Mikroelementen ein Hologramm-Element ist.
5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Matrix von Mikroelementen eine Matrix von Lichtschaltern ist. elementen eine Matrix von Lichtschaltern ist.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Bestrahlungsenergie (in normaler Richtung zur Strahlung gemessen) kleiner als 2 J/cm² ist.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Strahlung ultraviolett ist.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die bevorzugte Ausrichtung dargestalt ist, dass die longitudinale Achse der Flüssigkristall-Moleküle in der Ebene liegt, die die Normale zu der Schicht und zu der Richtung der Strahlung umfasst.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die übertragene bevorzugte Neigung 45 Grad zur Ebene der Schicht überschreitet.
10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die übertragene bevorzugte Neigung 75 Grad überschreitet.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das besagte Material im wesentlichen homotrop orientierend ist.
12. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Einfallwinkel ϕ der Strahlung zur Normalen zur Schicht im Bereich zwischen 5 Grad $\leq \phi < 70$ Grad ist.
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Einfallwinkel $\phi > 45$ Grad ist.
14. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem das Material durch die Strahlung vernetzt ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen