



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **243 937 A5**

4(51) C 09 K 19/30

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

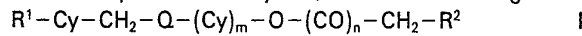
In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	AP C 09 K / 288 170 5	(22)	21.03.86	(44)	18.03.87
(31)	P3510312.4	(32)	22.03.85	(33)	DE

(71) siehe (73)
 (72) Wächtler, Andreas, Dr.-Chem.; Krause, Joachim, Dr.-Chem.; Hittich, Reinhard, Dr.-Chem.; Scheuble, Bernhard, Dr., DE
 (73) Merck Patent GmbH, 6100 Darmstadt, DE

(54) Flüssigkristalline Phase enthaltend Cyclohexanderivate

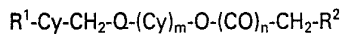
(57) Die Erfindung betrifft eine flüssigkristalline Phase mit mindestens zwei flüssigkristallinen Komponenten, wobei mindestens eine Komponente ein Cyclohexanderivat der allgemeinen Formel



darstellt, worin R^1 , R^2 , Cy, O, m und n die in der Beschreibung angegebenen Bedeutungen aufweisen. Aus der DE-OS 3 321 373 sind Verbindungen bekannt, die als Komponenten flüssigkristalliner Phasen verwendet werden. Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue stabile flüssigkristalline oder mesogene Verbindungen aufzufinden, die als Komponenten flüssigkristalliner Dielektrika geeignet sind. Mit Hilfe der Verbindungen der Formel I sind stabile flüssigkristalline Phasen mit relativ geringer optischer Anisotropie, mit hohem nematischen Charakter und besonders niedriger Viskosität herstellbar, die sich in elektrooptischen Anzeigeelementen nach dem Prinzip der verdrillten Zelle und/oder dem Guest-Host-Effekt durch eine besonders günstige Winkelabhängigkeit des Kontrastes auszeichnen.

Erfindungsanspruch:

1. Flüssigkristalline Phase mit mindestens zwei flüssigkristallinen Komponenten, **gekennzeichnet dadurch**, daß mindestens eine Komponente ein Cyclohexanderivat der Formel I ist,



worin

R¹ Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -CO-, -O-CO-, -CO-O- oder -CH=CH- ersetzt sein können,

R² Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -CO-, -O-CO- oder -CO-O- ersetzt sein können,

Cy trans-1,4-Cyclohexylen,

Q -CH₂- oder -O-,

m 1 oder 2, und

n 0 oder 1 bedeutet.

2. Verfahren zur Herstellung von Cyclohexanderivaten der Formel I nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß man entsprechende Cyclohexanole oder ihre reaktionsfähigen Derivate verethert bzw. verestert.
3. Verwendung der Verbindungen der Formel I nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß man sie als Komponenten flüssigkristalliner Phasen einsetzt.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft flüssigkristalline Phasen enthaltend neue Cyclohexanderivate der nachfolgend genannten allgemeinen Formel I. Die Erfindung wird bei der Herstellung elektrooptischer Anzeigeelemente auf der Basis von flüssigkristalliner Dielektrika angewendet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die Verbindungen der Formel I können wie ähnliche, z. B. aus DE-OS 3321 373 bekannte Verbindungen als Komponenten flüssigkristalliner Phasen verwendet werden, insbesondere für Displays, die auf dem Prinzip der verdrehten Zelle, dem Guest-Host-Effekt, dem Effekt der Deformation aufgerichteter Phasen oder dem Effekt der dynamischen Streuung beruhen.

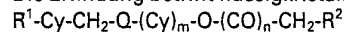
Ziel der Erfindung

Mit Hilfe der Verbindungen der Formel I sind stabile flüssigkristalline Phasen mit relativ geringer optischer Anisotropie, mit hohem nematischen Charakter und besonders niedriger Viskosität herstellbar, die sich in elektrooptischen Anzeigeelementen nach dem Prinzip der verdrehten Zelle und/oder dem Guest-Host-Effekt durch eine besonders günstige Winkelabhängigkeit des Kontrastes auszeichnen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, neue stabile flüssigkristalline oder mesogene Verbindungen aufzufinden, die als Komponenten flüssigkristalliner Dielektrika geeignet sind.

Die Erfindung betrifft flüssigkristalline Phasen enthaltend neue Cyclohexanderivate der Formel I



worin

R¹ Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, CO-, -O-CO-, -CO-O- oder -CH=CH- ersetzt sein können,

R² Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -CO-, -O-CO- oder -CO-O- ersetzt sein können,

Cy trans-1,4-Cyclohexylen;

Q -CH₂- oder -O-,

m 1 oder 2, und

n 0 oder 1 bedeutet.

Es wurde gefunden, daß die Verbindung der Formel I als Komponenten flüssigkristalliner Dielektrika vorzüglich geeignet sind. Mit der Bereitstellung der Verbindungen der Formel I wird außerdem ganz allgemein die Palette der flüssigkristallinen

Substanzen, die sich unter verschiedenen anwendungstechnischen Gesichtspunkten zur Herstellung nematischer Gemische eignen, erheblich verbreitet.

Die Verbindungen der Formel I besitzen einen breiten Anwendungsbereich. In Abhängigkeit von der Auswahl der Substituenten können diese Verbindungen als Basismaterialien dienen, aus denen flüssigkristalline Phasen zum überwiegenden Teil zusammengesetzt sind; es können aber auch Verbindungen der Formel I flüssigkristallinen Basismaterialien aus anderen Verbindungsklassen zugesetzt werden, um beispielsweise die Winkelabhängigkeit des Kontrastes und/oder die optische Anisotropie und/oder die Viskosität einer solchen Phase zu beeinflussen.

Die Verbindungen der Formel I eignen sich ferner als Zwischenprodukte zur Herstellung anderer Substanzen, die sich als Bestandteile flüssigkristalliner Phasen verwenden lassen.

Die Verbindungen der Formel I sind in reinem Zustand farblos und bilden flüssigkristalline Mesophasen in einem für die elektrooptische Verwendung günstig gelegenen Temperaturbereich. Chemisch, thermisch und gegen Licht sind sie sehr stabil. Gegenstand der Erfindung sind somit flüssigkristalline Phasen mit einem Gehalt an mindestens einer Verbindung der Formel I. Weiterhin ist Gegenstand der Erfindung die Verwendung der Verbindungen der Formel I als Komponenten flüssigkristalliner Phasen.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zur Herstellung der Verbindungen der Formel I, dadurch gekennzeichnet, daß man entsprechende Cyclohexanole oder ihre reaktionsfähigen Derivate verethert bzw. verestert.

In den Verbindungen der Formel I sind diejenigen Stereoisomeren bevorzugt, worin alle 1,4-Cyclohexylengruppen trans-ständig in 1,4-Stellung substituiert sind.

In den Verbindungen der vor- und nachstehenden Formeln können die Alkylreste R^1 bzw. R^2 , worin auch eine („Alkoxy“ bzw. „Oxaalkyl“) oder zwei („Alkoxyalkoxy“ bzw. „Dioxaalkyl“) nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch C-Atome ersetzt sein können, geradkettig oder verzweigt sein. Vorzugsweise sind sie geradkettig, haben 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10 C-Atome und bedeuten demnach bevorzugt Ethyl, Propyl, Butyl, Pentyl, Hexyl, Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Ethoxy, Propoxy, Butoxy, Pentoxy, Hexoxy, Heptoxy, Octoxy, Nonoxy, Decoxy, 2-Oxapropyl (= Methoxymethyl), 2-(= Ethoxymethyl) oder 3-Oxabutyl (= 2-Methoxymethyl), 2-, 3-, oder 4-Oxapentyl, 2-, 3-, 4- oder 5-Oxaheptyl, 2-, 3-, 4-, 5- oder 6-Oxaheptyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- oder 7-Oxactyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- oder 8-Oxanonyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- oder 9-Oxadecyl, ferner Methyl, Undecyl, Dodecyl, Methoxy, Undecoxy, Dodecoxy, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9- oder 10-Oxaundecyl, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10- oder 11-Oxadodecyl, 1,3-Dioxabutyl (= Methoxymethoxy), 1,3-, 1,4- oder 2,4-Dioxapentyl, 1,3-, 1,4-, 1,5-, 2,4-, 2,5- oder 3,5-Dioxaheptyl, 1,3-, 1,4-, 1,5-, 1,6-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 3,5-, 3,6- oder 4,6-Dioxaheptyl, 1,3-, 1,4-, 1,5-, 1,6-, 1,7-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 2,7-, 3,5-, 3,6-, 3,7-, 4,6-, 4,7- oder 5,7-Dioxaoctyl, 1,3-, 1,4-, 1,5-, 1,6-, 1,7-, 1,8-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 2,7-, 2,8-, 3,5-, 3,6-, 3,7-, 3,8-, 4,6-, 4,7-, 4,8-, 5,7- oder 5,8-Dioxanonyl, 1,3-, 1,4-, 1,5-, 1,6-, 1,7-, 1,8-, 1,9-, 2,4-, 2,5-, 2,6-, 2,7-, 2,8-, 2,9-, 3,5-, 3,6-, 3,7-, 3,8-, 3,9-, 4,6-, 4,7-, 4,8-, 4,9-, 5,7-, 5,8- oder 5,9-Dioxadecyl. R^1 und R^2 sind jeweils vorzugsweise Alkyl oder Alkoxy, insbesondere n-Alkyl. Q ist vorzugsweise CH_2 .

Verbindungen der Formel I mit verzweigten Flügelgruppen R^1 bzw. R^2 können gelegentlich wegen einer besseren Löslichkeit in den üblichen flüssigkristallinen Basismaterialien von Bedeutung sein, insbesondere aber die als chirale Dotierstoffe, wenn sie optisch aktiv sind. Verzweigte Gruppen dieser Art enthalten in der Regel nicht mehr als eine Kettenverzweigung. Bevorzugte verzweigte Reste R^1 und R^2 sind Isopropyl, 2-Butyl (= 1-Methylpropyl), Isobutyl (= 2-Methylpropyl), 2-Methylbutyl, Isopentyl (= 3-Methylbutyl), 2-Methylpentyl, 3-Methylpentyl, 2-Ethylhexyl, 2-Propylpentyl, Isopropoxy, 2-Methylpropoxy, 2-Methylbutoxy, 3-Methylbutoxy, 2-Methylpentoxy, 3-Methylpentoxy, 2-Ethylhexoxy, 1-Methylhexoxy, 1-Methylheptoxy, 2-Oxa-3-methylbutyl, 3-Oxa-methylpentyl.

Unter den Verbindungen der Formel I sind diejenigen bevorzugt, in denen mindestens einer der darin enthaltenen Reste eine der angegebenen bevorzugten Bedeutung hat.

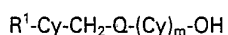
Besonders bevorzugte Verbindungen der Formel I entsprechen den Formeln Ia bis Ig:

n-Alkyl-Cy- CH_2CH_2 -Cy-n-Alkoxy	Ia
n-Alkyl-Cy- CH_2CH_2 -Cy-n-Alkanoyloxy	Ib
n-Alkyl-Cy- CH_2CH_2 -Cy-Cy-n-Alkoxy	Ic
n-Alkyl-Cy- CH_2CH_2 -Cy-Cy-n-Alkanoyloxy	Id
n-Alkyl-Cy- CH_2O -Cy-Cy-n-Alkoxy	Ie
n-Alkyl-Cy- CH_2O -Cy-Cy-n-Alkanoyloxy	If
n-Alkyl-Cy- CH_2O -Cy-n-Alkoxy	Ig

worin die n-Alkyl-, n-Alkoxy- bzw. n-Alkanoyloxy-Gruppen jeweils vorzugsweise 2 bis 8 C-Atome enthalten.

Die Verbindungen der Formel I können nach an sich bekannten Methoden hergestellt werden, wie sie in der Literatur (z. B. in den Standardwerken wie Houben-Weyl, Methoden der Organischen Chemie, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart) beschrieben sind, und zwar unter Reaktionsbedingungen, die für die genannten Umsetzungen bekannt und geeignet sind. Dabei kann man auch von an sich bekannten, hier nicht näher erwähnten Varianten Gebrauch machen.

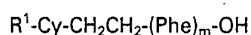
Die Ausgangsstoffe können gewünschtenfalls auch in situ gebildet werden, derart daß man sie aus dem Reaktionsgemisch nicht isoliert, sondern sofort weiter zu den Verbindungen der Formel I umsetzt. Als Ausgangsstoffe verwendet man vorzugsweise die entsprechenden Cyclohexanole der Formel II,



II

worin R^1 , Q, Cy und m die angegebene Bedeutung haben.

Die Verbindungen der Formel II können beispielsweise nach an sich bekannten Methoden durch Veretherung von trans-4- R^1 -1-brommethylcyclohexan mit trans-1,4-Cyclohexandiol bzw. trans,trans-4,4'-Bicyclohexandiol (Q = -O-) oder durch Hydrierung entsprechender Phenolderivate der Formel III,



III

worin R^1 , Cy und m die angegebene Bedeutung haben und Phe 1,4-Phenylen ist, erhalten werden.

Die Phenolderivate der Formel III sind beispielsweise durch Fries'sche Verschiebung aus den entsprechenden Phenolestern (m = 1) oder durch Phenolverkochen entsprechender Diazoniumsalze (m = 1 oder 2) erhältlich. Die entsprechenden Amine sind durch Hofmann-Abbau entsprechender Säureamide zugänglich, die ihrerseits aus den in DE-OS 2922 236 beschriebenen Cyan-Verbindungen erhältlich sind.

Die Phenolderivate der Formel III sind weiterhin herstellbar durch Friedel-Crafts-Acylierung von Anisol mit 2-(trans-4-R¹-cyclohexyl)-acetyl-halogenid (z. B. mit SnCl₄ nach P. H. Hey et al., J. Chem. Soc. **1949**, S. 3156), Reduktion des erhaltenen Ketons und anschließende Etherspaltung.

Neben den entsprechenden freien Cyclohexanolen eignen sich auch ihre reaktionsfähigen Derivate.

Als reaktionsfähige Derivate der genannten Alkohole kommen insbesondere die entsprechenden Metallalkoholate in Betracht, worin M ein Äquivalent eines Metalls, vorzugsweise eines Alkalimetalls wie Na oder K, bedeutet.

Zur Herstellung der Ester der Formel I (n = 1) wird vorzugsweise ein entsprechendes Cyclohexanol der Formel II oder eines seiner reaktionsfähigen Derivate mit einer entsprechenden Carbonsäure oder einem seiner reaktionsfähigen Derivate umgesetzt.

Als reaktionsfähige Derivate der genannten Carbonsäuren eignen sich insbesondere die Säurehalogenide, vor allem die Chloride und Bromide, ferner die Anhydride, Azide oder Ester, insbesondere Alkylester mit 1–4 C-Atomen in der Alkylgruppe.

Die Veresterung wird vorteilhaft in Gegenwart eines inerten Lösungsmittels durchgeführt. Gut geeignet sind insbesondere Ether wie Diethylether, Di-n-butylether, THF, Dioxan oder Anisol, Ketone oder Aceton, Butanon oder Cyclohexanon, Amide wie DMF oder Phosphorsäurehexamethyltriimid, Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol oder Xylol, Halogenkohlenwasserstoffe wie Tetrachlorkohlenstoff oder Tetrachlorethylen und Sulfoxide wie Dimethylsulfoxid oder Sulfolan. Mit Wasser nicht mischbare Lösungsmittel können gleichzeitig vorteilhaft zum azeotropen Abdestillieren des bei der Veresterung gebildeten Wassers verwendet werden.

Gelegentlich kann auch ein Überschuß einer organischen Base, z. B. Pyridin, Chinolin oder Triethylamin als Lösungsmittel für die Veresterung angewandt werden. Die Veresterung kann auch in Abwesenheit eines Lösungsmittels, z. B. durch einfaches Erhitzen der Komponenten in Gegenwart von Natriumacetat, durchgeführt werden. Die Reaktionstemperatur liegt gewöhnlich zwischen –50°C und +250°C, vorzugsweise zwischen –20°C und +80°C. Bei diesen Temperaturen sind die Veresterungsreaktionen in der Regel nach 15 Minuten bis 48 Stunden beendet.

Im einzelnen hängen die Reaktionsbedingungen für die Veresterung weitgehend von der Natur der verwendeten Ausgangsstoffe ab. So wird eine freie Carbonsäure mit einem freien Alkohol in der Regel in Gegenwart einer starken Säure, beispielsweise einer Mineralsäure wie Salzsäure oder Schwefelsäure, umgesetzt. Eine bevorzugte Reaktionsweise ist die Umsetzung eines Säureanhydrids oder insbesondere eines Säurechlorids mit einem Alkohol, vorzugsweise in einem basischen Milieu, wobei als Basen insbesondere Alkalimetallhydroxide wie Natrium- oder Kaliumhydroxid, Alkalimetallcarbonate bzw. -hydrogencarbonate wie Natriumcarbonat, Natriumhydrogencarbonat, Kaliumcarbonat oder Kaliumhydrogencarbonat, Alkalimetallacetate wie Natrium- oder Kaliumacetat, Erdalkalimetallhydroxide wie Calciumhydroxid oder organische Basen wie Triethylamin, Pyridin, Lutidin, Kollidin oder Chinolin von Bedeutung sind. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der Veresterung besteht darin, daß man den Alkohol zunächst in das Natrium- oder Kaliumalkoholat überführt, z. B. durch Behandlung mit ethanolscher Natron- oder Kalilauge, dieses isoliert und zusammen mit Natriumhydrogencarbonat oder Kaliumcarbonat unter Rühren in Aceton oder Diethylether suspendiert und diese Suspension mit einer Lösung des Säurechlorids oder Anhydrids in Diethylether, Aceton oder DMF versetzt, zweckmäßig bei Temperaturen zwischen etwa –25°C oder +20°C.

Zur Herstellung der Ether der Formel I (n = 0) wird vorzugsweise ein entsprechendes Cyclohexanol der Formel II oder eines seiner reaktionsfähigen Derivate mit einem entsprechenden Alkylhalogenid, -sulfonat oder Dialkylsulfat umgesetzt, zweckmäßig in einem inerten Lösungsmittel wie Aceton, 1,2-Dimethoxyethan, DMF oder Dimethylsulfoxid oder auch einem Überschuß an wäßriger oder wäßrig-alkoholischer NaOH oder KOH bei Temperaturen zwischen etwa 20°C und 100°C.

Zweckmäßig wird die Hydroxyverbindung zuvor in ein entsprechendes Metallderivat, z. B. durch Behandeln mit NaH, NaNH₂, NaOH, KOH, Na₂CO₃ oder K₂CO₃ in das entsprechende Alkalimetallalkoholat überführt.

Die erfindungsgemäßen Dielektrika bestehen aus 2 bis 25, vorzugsweise 3 bis 15 Komponenten, darunter mindestens einer Verbindung der Formel I. Die anderen Bestandteile werden vorzugsweise ausgewählt aus den nematischen oder nematogenen Substanzen, insbesondere den bekannten Substanzen, aus den Klassen der Azoxybenzole, Benzylidenaniline, Biphenyle, Terphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylbenzoate, Cyclohexan-carbon-säurephenyl- oder cyclohexyl-ester, Phenylcyclohexane, Cyclobiphenyle, Cyclohexylcyclohexane, Cyclohexyl-naphthaline, 1,4-Biscyclohexylbenzole, 4,4'-Biscyclohexylbiphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylpyrimidine, Phenyl- oder Cyclohexyldioxane, Phenyl- oder Cyclohexyldithiane, 1,2-Bisphenylethane, 1,2-Biscyclohexylethane, 1-Cyclohexyl-2-phenylethane, gegebenenfalls halogenierten Stilbene, Benzylphenylether, Tolane und substituierten Zimtsäuren.

Die wichtigsten als Bestandteile derartiger flüssigkristalliner Dielektrika in Frage kommenden Verbindungen lassen sich durch die Formel IV charakterisieren,

R'-L-G-E-R''

IV

worin L und E je ein carbo- oder heterocyclisches Ringsystem aus der aus 1,4-disubstituierten Benzol- und Cyclohexanringen, 4,4'-disubstituierten Biphenyl-, Phenylcyclohexan- und Cyclohexylcyclohexansystemen, 2,5-disubstituierten Pyrimidin- und 1,3-Dioxanringen, 2,6-disubstituierten Naphthalin, Di- und Tetrahydronaphthalin, Chinazolin und Tetrahydrochinazolin gebildeten Gruppe, wobei die 1,4-disubstituierten Cyclohexanringe zusätzlich in 1- oder 4-Stellung eine Cyanogruppe tragen können,

-CH=CH-	-N(O)=N-
-CH=CY-	-CH=N(O)-
-C≡C-	-CH ₂ -CH ₂ -
-CO-O-	-CH ₂ -O-
-CO-S-	-CH ₂ -S-
-CH=N-	-COO-Phe-COO-

oder eine C-C-Einfachbindung, Y Halogen, vorzugsweise Chlor, oder -CN, und R' und R'' Alkyl, Alkoxy, Alkanoyloxy oder Alkoxy-carbonyloxy mit bis zu 18, vorzugsweise bis zu 8 Kohlenstoffatomen, oder einer dieser Reste auch CN, NC, NO₂, CF₃, F, Cl oder Br bedeuten.

Bei den meisten dieser Verbindungen sind R' und R'' voneinander verschieden, wobei einer dieser Reste meist eine Alkyl- oder

Alkoxygruppe ist. Aber auch andere Varianten der vorgesehenen Substituenten sind gebräuchlich. Viele solcher Substanzen oder auch Gemische davon sind im Handel erhältlich. Alle diese Substanzen sind nach literaturbekannten Methoden herstellbar.

Die erfindungsgemäßen Dielektrika enthalten in der Regel mindestens 30, vorzugsweise 50–99, insbesondere 60–98 Gew.-% der Verbindungen der Formel I und IV. Hiervon entfallen bevorzugt mindestens 6 Gew.-% meist auch 10–40 Gew.-% auf eine oder mehrere Verbindungen der Formel I. Jedoch werden von der Erfindung auch solche flüssigkristallinen Dielektrika umfaßt, denen beispielsweise zu Dotierungszwecken nur weniger als 5 Gew.-% zum 0,1 bis 3 Gew.-% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I zugesetzt worden sind.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Dielektrika erfolgt in an sich üblicher Weise. In der Regel werden die Komponenten ineinander gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur. Durch geeignete Zusätze können die flüssigkristallinen Dielektrika nach der Erfindung so modifiziert werden, daß sie in allen bisher bekannt gewordenen Arten Flüssigkristallanzeigeelementen verwendet werden können.

Derartige Zusätze, sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur ausführlich beschrieben. Beispielsweise können Leitsalze, vorzugsweise Ethyl-dimethyl-dodecyl-ammonium-4-hexyl-oxybenzoat, Tetrabutylammonium-tetraphenylboranat oder Komplexsalze von Kronenethern (vgl. z. B. I. Haller et al., Mol. Cryst. Liq. Cryst. Band 24, Seiten 249–258 [1973]) zur Verbesserung der Leitfähigkeit, dichroitische Farbstoffe zur Herstellung farbiger Guest-Host-Systeme oder Substanzen zur Veränderung der dielektrischen Anisotropie, der Viskosität und/oder der Orientierung der nematischen Phasen zugesetzt werden. Derartige Substanzen sind z. B. in den DE-OS 2209 127, 2240 864, 2321 632, 2338 281, 2450 088, 2637 430, 2853 728 und 2902 117 beschrieben.

Ausführungsbeispiele

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne sie zu begrenzen. F. = Schmelzpunkt, K. = Klärpunkt, Vor- und nachstehend bedeuten Prozentangaben Gew.-%; alle Temperaturen sind in Grad Celsius angegeben. „Übliche Aufarbeitung“ bedeutet: man gibt Wasser hinzu, extrahiert mit Methylenchlorid, trennt ab, trocknet die organische Phase, dampft ein und reinigt das Produkt durch Kristallisation und/oder Chromatographie.

Beispiel 1

Zu einer Lösung von 3,3 g trans,trans-4'-[2-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-ethyl]-bicyclohexan-4-ol in 200 ml Pyridin werden 2,0 g Buttersäurechlorid gegeben, die Mischung über Nacht gerührt und danach 700 ml Toluol zugegeben. Die Toluol-Phase wird nacheinander mit Salzsäure, NaOH-Lösung und Wasser gewaschen und mit Na₂SO₄ getrocknet. Der nach dem Abdampfen des Toluols verbliebene Rückstand wird aus Aceton umkristallisiert. Man erhält trans,trans-4'-[2-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-ethyl]-4-butyryloxybicyclohexan, F. 25°, K. 73°.

Analog werden hergestellt:

trans,trans-4'-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-4-acetoxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-4-propionyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-4-pentanoyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-4-acetoxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-4-propionyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-4-butyryloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-4-pentanoyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-4-acetoxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-4-propionyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-4-butyryloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-4-pentanoyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-4-acetoxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-4-propionyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-4-butyryloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-4-pentanoyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-4-acetoxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-4-propionyloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-4-butyryloxybicyclohexan
 trans,trans-4'-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-4-pentanoyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-acetoxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-propionyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-butyryloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-ethyl]-pentanoyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-acetoxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-propionyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-butyryloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Propylcyclohexyl)-ethyl]-pentanoyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-acetoxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-propionyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-butyryloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Butylcyclohexyl)-ethyl]-pentanoyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-acetoxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-propionyloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-butyryloxybicyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-ethyl]-pentanoyloxybicyclohexan

trans-4-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-acetoxycyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-propionyloxycyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-butyryloxycyclohexan
 trans-4-[2-(trans-4-Heptylcyclohexyl)-ethyl]-pentanoyloxycyclohexan

Beispiel 2

Zu einer Lösung von 0,9g trans-4-[2-(trans-4-n-Propyl-cyclohexyl)-ethyl]-cyclohexanol in 250 ml THF gibt man 0,5g 35%ige KH-Dispersion und rührt zwei Stunden unter Rückfluß. Dann wird 0,6g n-Jodbutan zugegeben und zwei Stunden bei Raumtemperatur gerührt. Überschüssiges Kaliumhydrid wird mit Wasser vernichtet. Man extrahiert mit Methylenchlorid, trocknet mit Na₂SO₄ und dampft das Lösungsmittel ab. Der verbliebene Rückstand wird chromatographisch aufgearbeitet. Man erhält 1-(trans-4-n-Butoxycyclohexyl)-2-(trans-4-n-propylcyclohexyl)-ethan.

Analog werden hergestellt:

1-(trans-4-Butoxycyclohexyl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Butoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Butoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Butoxycyclohexyl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Hexoxycyclohexyl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Hexoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Hexoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Hexoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Hexoxycyclohexyl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Hexoxycyclohexyl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan, F. 14°, K. 22°
 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan, F. 13°, K. 47°
 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Methoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Methoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Methoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Methoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Methoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-hexylcyclohexyl)-ethan
 1-(trans,trans-4'-Methoxybicyclohex-4-yl)-2-(trans-4-heptylcyclohexyl)-ethan

Beispiel 3

Ein Gemisch von 1,56g NaH in 30 ml THF wird mit 9,4g 4-Ethoxycyclohexanol versetzt und 8 Stunden gerührt. Anschließend tropft man eine Lösung von 16g trans-4-Brommethyl-1-n-pentylcyclohexan in 20 ml THF langsam zu, kocht 2 Stunden und arbeitet wie üblich auf. Man erhält trans-4-Ethoxycyclohexyl-trans-4-n-pentylcyclohexylmethylether.

Anlog werden hergestellt:

trans-4-Ethoxycyclohexyl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-4-Ethoxycyclohexyl-trans-4-propylcyclohexylmethylether
 trans-4-Ethoxycyclohexyl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-4-Ethoxycyclohexyl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 trans-4-Methoxycyclohexyl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-4-Methoxycyclohexyl-trans-4-propylcyclohexylmethylether
 trans-4-Methoxycyclohexyl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-4-Methoxycyclohexyl-trans-4-pentylcyclohexylmethylether
 trans-4-Methoxycyclohexyl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 trans-4-Propoxycyclohexyl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-4-Propoxycyclohexyl-trans-4-propylcyclohexylmethylether
 trans-4-Propoxycyclohexyl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-4-Propoxycyclohexyl-trans-4-pentylcyclohexylmethylether
 trans-4-Propoxycyclohexyl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 trans-4-Butoxycyclohexyl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-4-Butoxycyclohexyl-trans-4-propylcyclohexylmethylether
 trans-4-Butoxycyclohexyl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-4-Butoxycyclohexyl-trans-4-pentylcyclohexylmethylether
 trans-4-Butoxycyclohexyl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl-trans-4-propylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl-trans-4-pentylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Ethoxybicyclohex-4-yl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl-trans-4-propylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl-trans-4-pentylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Propoxybicyclohex-4-yl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl-trans-4-ethylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl-trans-4-butylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl-trans-4-pentylcyclohexylmethylether
 trans-trans-4'-Butoxybicyclohex-4-yl-trans-4-heptylcyclohexylmethylether
 Die folgenden Beispiel betreffen erfindungsgemäße flüssigkristalline Phasen:

Beispiel A

Eine flüssigkristalline Phase aus

6% 2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
 6% 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-cyclohexyl)-biphenyl,
 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 5% 4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 5% 2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 5% 2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 5% 2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 4% 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 5% 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
 4% 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
 15% trans-1-p-Propylphenyl-4-pentylcyclohexan,
 3% 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 13% trans,trans-4-Propyl-4'-butyryloxybicyclohexan und
 14% Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester)
 hat eine optische Anisotropie von 0,118.

Beispiel B

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

34% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-1-heptylcyclohexan,
 29% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-1-heptylcyclohexan,
 11% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 10% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester und
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester.

Beispiel C

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

20% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-butylcyclohexyl)-1-pentylcyclohexan,

21% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-1-octylcyclohexan,
 11% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 10% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 22% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-1-(trans-4-heptylcyclohexyl)-cyclohexan,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester und
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester.

Beispiel D

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

20% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-1-pentylcyclohexan,
 21% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-butylcyclohexyl)-1-pentylcyclohexan,
 11% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 10% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan,
 22% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester und
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester.

Beispiel E

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

21% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-propylcyclohexyl)-1-pentylcyclohexan,
 23% r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-butylcyclohexyl)-1-pentylcyclohexan,
 10% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan,
 9% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-butylcyclohexyl)-ethan,
 21% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester,
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester und
 4% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester.

Beispiel F

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

16% p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril,
 9% p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzonitril,
 12% 1-(trans-4-Propoxycyclohexyl)-2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethan
 12% 1-(trans-4-Methoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan,
 12% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan,
 9% trans-trans-4-Propyl-4'-butyryloxybicyclohexan,
 3% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester,
 3% trans,trans-4-Propylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester,
 3% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-propylcyclohexylester,
 3% trans,trans-4-Butylcyclohexylcyclohexan-4'-carbonsäure-trans-4-pentylcyclohexylester,
 3% 4,4'-Bis-(trans-4-Propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 3% 4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 3% 4,4'-Bis-(trans-4-Propylcyclohexyl)-biphenyl,
 4% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl und
 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl.

Beispiel G

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

6% 2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
 6% 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl,
 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 5% 4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 5% 2-p-Pentylloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 5% 2-p-Hexylloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 5% 2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 4% 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 5% 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
 4% 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
 15% trans-1-p-Propylphenyl-4-pentylcyclohexan,
 6% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan,
 10% trans,trans-4-Propyl-4'-butyryloxybicyclohexan und
 14% Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester).

Beispiel H

Man stellt eine flüssigkristalline Phase her, bestehend aus

- 6% 2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
 - 6% 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
 - 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-biphenyl,
 - 5% 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
 - 5% 4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)2-fluorbiphenyl,
 - 5% 2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 - 5% 2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 - 5% 2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 - 4% 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
 - 5% 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
 - 4% 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
 - 15% trans-1-p-Propylphenyl-4-pentylcyclohexan,
 - 10% 1-(trans-4-Ethoxycyclohexyl)-2-(trans-4-pentylcyclohexyl)-ethan
 - 8% trans,trans-4-Propyl-4'-butyryloxybicyclohexan und
 - 12% Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester).
-