

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTCHRIFT

(19) **DD** (11) **241 263 A5**

4(51) C 09 K 19/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 09 K / 286 073 3
(31) P3500897.0

(22) 09.01.86
(32) 12.01.85

(44) 03.12.86
(33) DE

(71) siehe (73)
(72) Scheuble, Bernhard, Dr.; Weber, Georg; Krause, Joachim, Dr., DE
(73) Merck Patent GmbH, 6100 Darmstadt, DE

(54) Flüssigkristalline Phase

(57) Die Erfindung betrifft flüssigkristalline Phasen (FK-Phasen) mit besonders niedriger Schwellenspannung, besonders niedrigem Verhältnis K_3/K_1 der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3) und die Spreizung (K_1) und breiten nematischen Phasenbereichen, wobei diese Phasen gleichzeitig mindestens eine stark polare Komponente mit vermindertem Assoziationsgrad und, zur Verminderung des Quotienten K_3/K_1 der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3) und die Spreizung (K_1) der Phasen auf einen Wert $\leq 1,1$, mindestens eine unpolare flüssigkristalline Komponente enthalten.

ISSN 0433-6461

46 Seiten

Flüssigkristalline Phase

a) Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft flüssigkristalline Phasen (FK-Phasen) mit besonders niedriger Schwellenspannung, besonders niedrigem Verhältnis K_3/K_1 der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3) und die Spreizung (K_1) und breiten nematischen Phasenbereichen.

b) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Für Flüssigkristall-Anzeigeelemente (FK-Anzeigeelemente) werden in zunehmendem Maße die Eigenschaften nematischer oder nematisch-cholesterischer flüssigkristalliner Materialien ausgenutzt, die ihre optischen Eigenschaften wie Lichtabsorption, Lichtstreuung, Doppelbrechung, Reflexionsvermögen oder Farbe unter dem Einfluß elektrischer Felder signifikant zu verändern. Die Funktion derartiger Anzeigeelemente beruht dabei beispielsweise auf den Phänomenen der dynamischen Streuung, der Deformation ausgerichteter Phasen, dem Guest-Host-Effekt, dem Schadt-Helfrich-Effekt in der verdrehten Zelle oder dem cholesterisch-nematischen Phasenübergang.

Für die technische Anwendung dieser Effekte in elektronischen Bauelementen werden flüssigkristalline Phasen benötigt, die einer Vielzahl von Anforderungen genügen müssen. Besonders wichtig sind hier die chemische Beständigkeit gegenüber Feuchtigkeit, Luft und physikalischen Einflüssen wie Wärme, Strahlung im infraroten, sichtbaren und ultravioletten Bereich und elektrische Gleich- und Wechselfelder. Ferner wird von technisch

verwendbaren flüssigkristallinen Phasen eine flüssigkristalline Mesophase in einem geeigneten Temperaturbereich, eine möglichst niedrige Viskosität, eine relativ niedrige optische Anisotropie, eine hohe Steilheit der elektrooptischen Kennlinie und ein ausreichendes Lösungsvermögen für pleochroitische Farbstoffe gefordert. Schließlich dürfen sie im Bereich des sichtbaren Lichtes keine Eigenabsorption aufweisen, d. h. sie müssen farblos sein.

- 10 In keiner der bisher bekannten Reihen von Verbindungen mit flüssigkristalliner Mesophase gibt es eine Einzelverbindung, die allen diesen Erfordernissen entspricht. Es werden daher in der Regel Mischungen von zwei bis
- 15 fünfundzwanzig, vorzugsweise drei bis fünfzehn, Verbindungen hergestellt, um als flüssigkristalline Phase verwendbare Materialien zu erhalten. Hierzu mischt man gewöhnlich mindestens eine Verbindung mit niedrigem Schmelz- und Klärpunkt mit mindestens einer Verbindung mit höherem Klärpunkt. Hierbei wird normalerweise ein
- 20 Gemisch erhalten, dessen Schmelzpunkt unter dem der niedriger schmelzenden Komponente liegt, während der Klärpunkt zwischen den Klärpunkten der Komponenten liegt. Optimale Phasen lassen sich jedoch auf diese Weise nicht leicht herstellen, da die Komponenten mit
- 25 den hohen Schmelz- und Klärpunkten den Gemischen häufig auch eine hohe Viskosität verleihen. Dadurch werden die Schaltzeiten der damit hergestellten elektrooptischen Anzeigeelemente in unerwünschter Weise verändert.

Zur Verminderung der Schwellenspannung werden in bisher

30 bekannten FK-Phasen stark polare nematische Verbindungen mit terminaler Cyan-Gruppe zugesetzt. Das effektive Dipolmoment dieser Verbindungen wird jedoch durch eine mehr oder weniger starke antiparallele Assoziation dieser Moleküle deutlich vermindert, so daß relativ große

Anteile polarer Verbindungen zugesetzt werden müssen. Hieraus resultieren wieder verschiedene Nachteile, wie ungünstige elastische Eigenschaften der FK-Phasen, hohe Viskosität. Beim Zusatz von p-Alkylbenzoesäure-4-cyan-
5 3-fluorphenylestern als stark polare Komponenten zu ZLI-1957/5 (im Handel befindliche Mischung von E. Merck, Darmstadt, enthaltend Phenylcyclohexan-, Cyclohexylbiphenyl-, Bis-cyclohexylbiphenylverbindungen und Cyclohexylbenzoesäurephenylester) konnte gezeigt werden (Hp.
10 Schad and S.M. Kelly, J. Chem. Phys. 81 (3), 1514 - 15 (1984)), daß die Schwellenspannung vermindert wird, was durch einen reduzierten Assoziationsgrad der zugesetzten Verbindungen erklärt wird. Jedoch auch diese FK-Phasen genügen nicht gleichzeitig allen oben angegebenen
15 Erdordernissen. Insbesondere weisen sie für viele Anwendungen nach wie vor zu hohe Schwellenspannungen auf und außerdem sind die Kennliniensteilheiten aufgrund des verhältnismäßig großen Verhältnisses der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3) und die Spreizung
20 (K_1) K_3/K_1 für hochinformativ Displays nicht ausreichend. Die bisher bekannten Mischungen sind daher mit einer zu hohen Schwellenspannung und/oder einer zu schlechten Kennliniensteilheit (gekennzeichnet durch ein zu hohes K_3/K_1) behaftet. Ferner weisen bisher be-
25 kannte Mischungen mit niedriger Schwellenspannung zu hohe smektisch-nematische Übergangstemperaturen auf.

Es besteht somit immer noch ein großer Bedarf nach flüssigkristallinen Phasen mit hohen Klärpunkten, niederen Schmelzpunkten, niedriger Viskosität (und damit
30 kurzen Schaltzeiten) und niedriger Schwellenspannung, die gleichzeitig günstige elastische Eigenschaften aufweisen.

c) Ziel der Erfindung

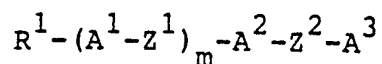
Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, flüssigkristalline Phasen herzustellen, die eine nematische Phase im geforderten Temperaturbereich aufweisen und die oben
5 angegebenen Nachteile nicht oder nur in geringerem Maße aufweisen.

d) Darlegung des Wesens der Erfindung

Es wurde nun gefunden, daß Flüssigkristallphasen mit besonders günstigen Kombinationen von Materialeigen-
10 schaften, insbesondere breiten Mesophasenbereichen, außergewöhnlich niedriger Schwellenspannung und besonders günstigen elastischen Eigenschaften erhalten werden, wenn gleichzeitig mindestens eine stark polare
Komponente mit vermindertem Assoziationsgrad und, zur
15 Verminderung des Quotienten K_3/K_1 der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3) und die Spreizung (K_1) der Phase auf einen Wert $\leq 1,1$, mindestens eine unpolare flüssigkristalline Komponenten enthält.

Unter Verbindungen mit verminderten Assoziationsgrad
20 sollen hier solche Flüssigkristallverbindungen verstanden werden, die bei ähnlichem Gesamtdipolmoment des Moleküls (aus Vektor-Addition der Einzeldipolmomente der Strukturelemente) durch verminderte antiparallele Assoziation der Molekülverbindungen eine höhere dielek-
25 trische Anisotropie zeigen als beispielsweise Verbindungen wie 4-Alkyl-4'-cyanbiphenyle oder p-trans-4-Alkylcyclohexyl-benzonitrile.

Besonders günstige Eigenschaften zeigen Flüssigkristallphasen mit mindestens einer Komponente der Formel I



I

- 5 worin R^1 Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch O-Atome, $-CO-$, $-O-CO-$, $-CO-O-$ und/oder $-CH=CH-$ Gruppen ersetzt sein können,
- 10 A^1 und A^2 jeweils 1,4-Phenylen, worin auch 1 bis 4 CH-Gruppen durch N ersetzt sein können oder 1,4-Cyclohexylen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch O ersetzt sein können,
- Z^1 $-CO-O-$, $-O-CO-$, $-CH_2-O-$, $-OCH_2-$, $-CH_2CH_2-$, $-CH=N-$, $-N=CH-$, $-N=NO-$, $-NO=N-$ oder eine Einfachbindung,
- 15 Z^2 $-CO-O-$, $-O-CO-$, $-CH_2O-$, $-OCH_2-$, $-CH_2CH_2-$ oder eine Einfachbindung,
- m 0, 1 oder 2, und
- A^3 3-Halogen-4-cyanphenyl oder 3,5-Dihalogen-4-cyanphenyl, bedeutet.
- 20 R^1 ist vorzugsweise geradkettige Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 7 C-Atomen.
- A^1 und A^2 sind vorzugsweise jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylen, 1,4-Cyclohexylen, 1,3-Dioxan-2,5-diyl oder Pyrimidin-2,5-diyl, insbesondere 1,3-Dioxan-2,5-diyl oder Pyrimidin-2,5-diyl, wobei jedoch nur eine der Gruppen A^1 und A^2 1,3-Dioxan-2,5-diyl oder Pyrimidin-2,5-diyl bedeutet.
- 25 Ferner bevorzugt sind Verbindungen der Formel I, worin A^1 und A^2 1,4-Cyclohexylen und Z^2 eine Einfachbindung oder $-CO-O-$ bedeutet.
- Z^1 ist vorzugsweise eine Einfachbindung.

Z^2 ist vorzugsweise $-CO-O-$, $-CH_2CH_2-$, $-CH_2O-$ oder eine Einfachbindung, insbesondere $-CO-O-$ oder eine Einfachbindung.

m ist vorzugsweise 0 oder 1.

- 5 Halogen in A^3 bedeutet vorzugsweise Chlor oder Fluor, insbesondere bevorzugt Fluor.

- Die erfindungsgemäßen FK-Phasen haben vorzugsweise einen Quotienten $K_3/K_1 \leq 1,0$ und eine Schwellenspannung $< 1,5$ Volt, insbesondere bevorzugt einen Quotienten $K_3/K_1 \leq 0,9$ und eine
19 Schwellenspannung $< 1,4$ Volt, bzw. besonders bevorzugt $< 1,2$ Volt. Bevorzugte erfindungsgemäße FK-Phasen haben bis -20° , besonders bevorzugt bis $-30^\circ C$, keine smektische Phasenbereiche.

- 15 Gegenstand der Erfindung sind somit die oben beschriebenen Flüssigkristallphasen, die gegebenenfalls auch einen oder mehrere pleochroitische Farbstoffe enthalten können (Guest-Host-Systeme), sowie die Verwendung dieser Phasen in Flüssigkristallanzeigeelementen.

- 20 Ferner sind Gegenstand der Erfindung Flüssigkristallanzeigeelemente, insbesondere elektrooptische Anzeigeelemente, die solche Phasen enthalten.

- Vorzugsweise werden die pleochroitischen Farbstoffe des erfindungsgemäßen Guest-Host-Systems so gewählt, daß sie einen geeigneten Teil des sichtbaren Spektrums abdecken und daß die Absorption in diesem Bereich mehr
25 oder weniger konstant ist.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Guest-Host-Systeme erfolgt in an sich üblicher Weise. In der Regel werden die gewünschten Mengen der verschiedenen pleochroitischen Farbstoffe im Host-Material gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur.

Es ist jedoch auch möglich, Lösungen des pleochroitischen Farbstoffes und des Host-Materials in einem geeigneten organischen Lösungsmittel, zum Beispiel Aceton, Chloroform oder Methanol, zu mischen und das Lösungsmittel nach gründlicher Durchmischung wieder zu entfernen, beispielsweise durch Destillation unter vermindertem Druck. Selbstverständlich muß bei dieser Verfahrensweise darauf geachtet werden, daß durch das Lösungsmittel keine Verunreinigungen oder unerwünschten Dotierungsstoffe eingeschleppt werden.

Die einzelnen Verbindungen der Formel I sowie die unpolaren Komponenten der erfindungsgemäßen Flüssigkristallphasen sind entweder bekannt oder ihre Herstellungsweisen sind für den einschlägigen Fachmann aus dem Stand der Technik ohne weiteres abzuleiten, da sie auf in der Literatur beschriebenen Standardverfahren basieren.

Entsprechende Verbindungen der Formel I werden beispielsweise beschrieben in den deutschen Patentanmeldungen P 34 05 914, P 34 01 320, P 34 11 571 und P 33 15 295; in der DE-OS 32 09 178; in der europäischen Patentschrift EP-PS 0 019 665; in S.M. Kelly and Hp. Schad, Helvetica Chimica Acta, 67, 1580 - 1587 (1984); in S.M. Kelly, ebenda, 67, 1572 - 1579 (1984); sowie in den europäischen Offenlegungsschriften EP-OS 0 099 099 und EP-OS 0 119 756 und in der japanischen OS 59-191 789. Entsprechende unpolare flüssigkristalline Komponenten sind beispielsweise beschrieben in den deutschen Patentanmeldungen P 33 15 295, P 33 46 175, P 34 01 320, P 34 01 321, P 34 04 116, P 34 11 571; in den DE-OS 21 67 252, 22 57 588, 24 29 093, 25 47 737, 26 41 724, 29 44 905, 29 51 099,

31 40 868, 32 28 350; in den EP-OS 0 014 885, 0 084 194, 0 104 011, 0 111 695, 0 122 389, 0 126 883 und in der japanischen OS 59-98065.

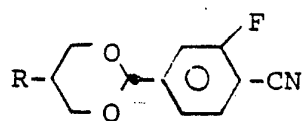
5 Überraschenderweise zeigt sich, daß die erfindungsge-
mäßige Kombination von Verbindungen der Formel I und un-
polaren Komponenten FK-Phasen ergibt, die zum einen
breite Mesophasenbereiche mit niederen Schmelzpunkten
und niederen smektisch-nematischen Übergangstemperaturen
10 aufweisen, als auch bei außergewöhnlich niedrigen Schwel-
lenspannungen durch besonders günstige Verhältnisse
 K_3/K_1 der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3)
und die Spreizung (K_1) gekennzeichnet sind.

 Vorzugsweise enthalten die erfindungsgemäßen FK-Phasen
mindestens fünf Komponenten, insbesondere vorzugsweise
15 mindestens drei Komponenten, der Formel I und/oder min-
destens zwei, vorzugsweise mindestens vier, insbesondere
mindestens sechs, unpolare Komponenten.

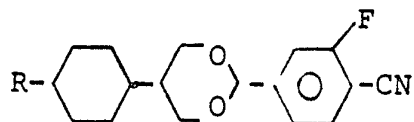
 Der Gesamtanteil der Verbindungen der Formeln I und der
unpolare Komponenten in den erfindungsgemäßen FK-Phasen
20 beträgt vorzugsweise mindestens 45 % insbesondere min-
destens 50 %.

 Der Anteil der Verbindungen der Formel I ist vorzugs-
weise mindestens 18 % und besonders bevorzugt im Be-
reich von 18 bis 73 %. Der Anteil der unpolaren Kompo-
25 nenten ist vorzugsweise mindestens 27 %, insbesondere
bevorzugt mindestens 32 %.

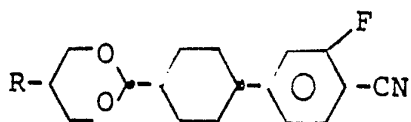
 Bevorzugte Verbindungen der Formel I sind diejenigen
der Teilformeln Ia bis Iu:



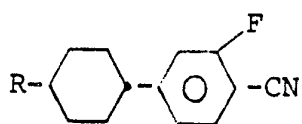
Ia



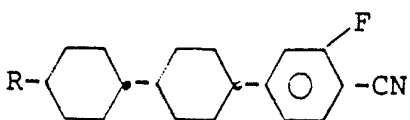
Ib



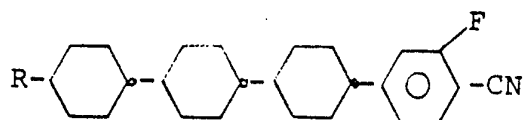
Ic



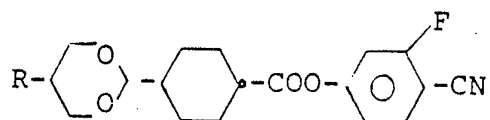
Id



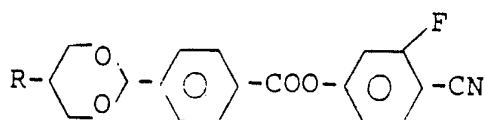
Ie



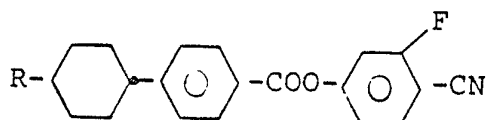
If



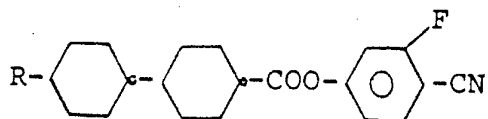
Ig



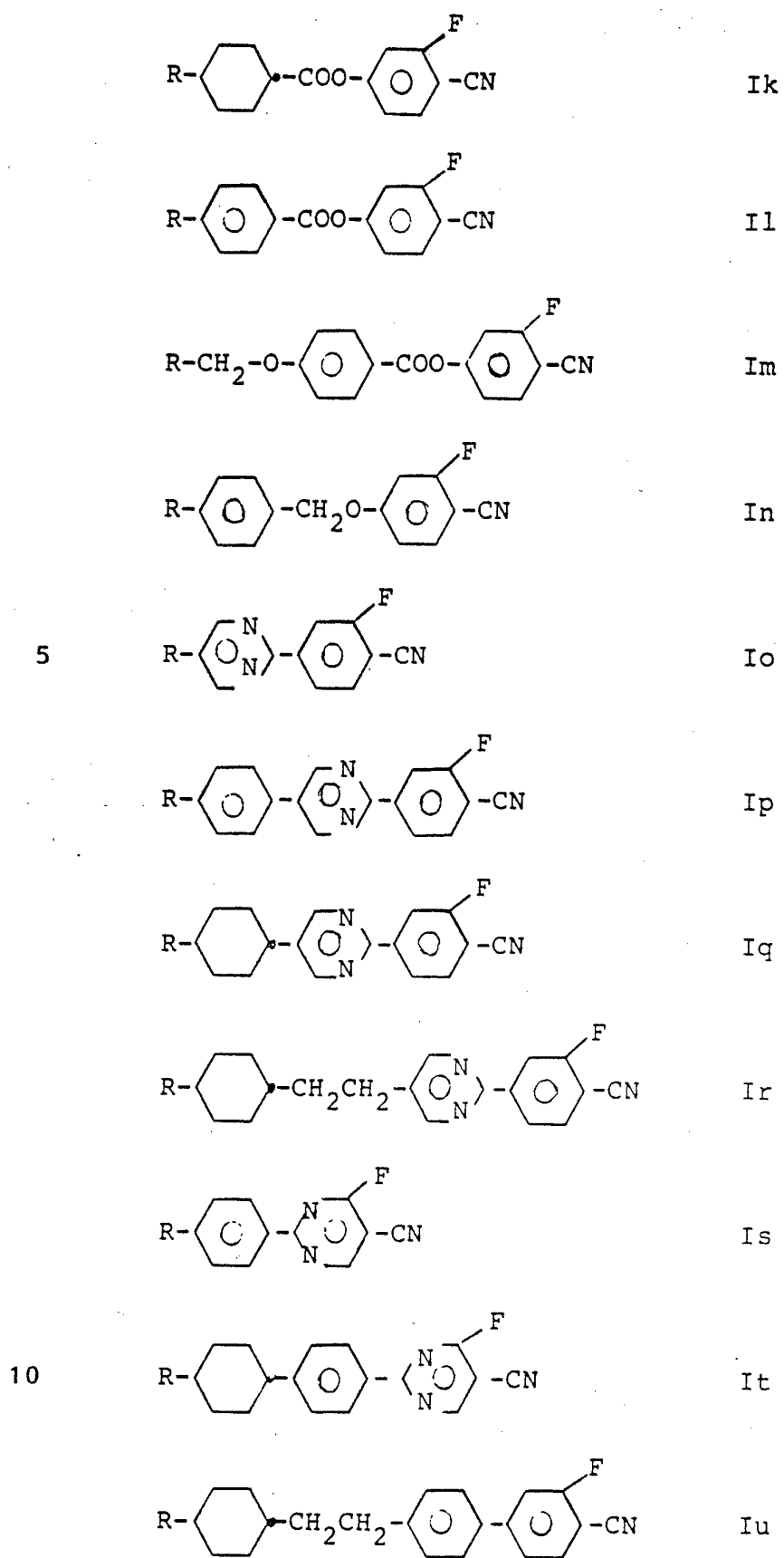
Ih



Ii



Ij

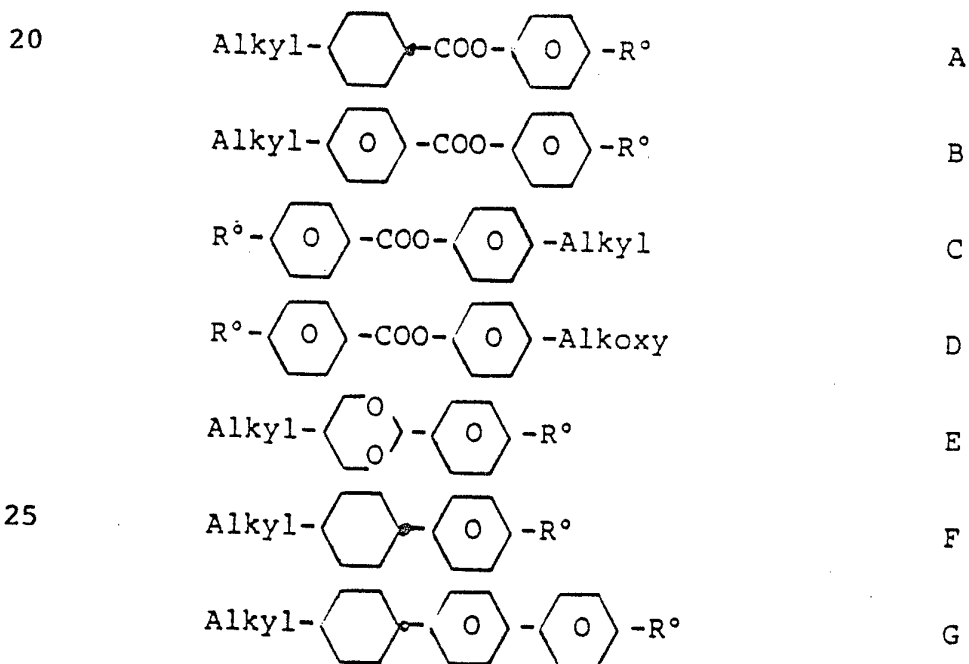


Ebenfalls bevorzugt sind die den vorstehenden o-Fluorbenzonitrilverbindungen entsprechenden o-Chlorbenzonitrile, insbesondere diejenigen der Formeln Id, Ie, Ii, Il, Im und In.

- 5 Unter den vorstehenden Teilformeln sind diejenigen der Formeln Ia, Ib, Id, Ie, Ig, Ih, Ik, Il, Im und Is bevorzugt. Besonders bevorzugt sind diejenigen der Teilformeln Ia, Ib, Ig, Ih, Im und Is.

- 10 Bevorzugte erfindungsgemäße FK-Phasen enthalten mindestens eine, vorzugsweise mindestens zwei, Verbindungen der Formel I, worin $m = 0$ bedeutet und gleichzeitig mindestens eine Verbindung der Formel I, worin $m = 1$ bedeutet.

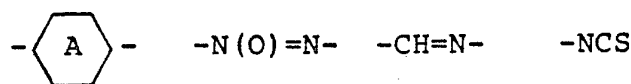
- 15 Die unpolaren flüssigkristallinen Komponenten der erfindungsgemäßen FK-Phasen haben vorzugsweise eine dielektrische Anisotropie im Bereich von -2 bis +2, insbesondere in Bereich von -1,5 bis +1. Beispielsweise können Verbindungen der Formeln A bis G eingesetzt werden, worin Alkyl bzw. Alkoxy



jeweils eine geradkettige Alkyl- bzw. Alkoxygruppe mit 1 bis 7 C-Atomen bedeutet und R° eine geradkettige Alkyl- oder Alkoxygruppe bzw. eine Oxaalkyl- oder Alkenylgruppe mit 1 bis 7 C-Atomen bedeutet.

- 5 Besonders bevorzugt sind Verbindungen der Formeln A, C, E, F und G, insbesondere solche, worin R° Alkoxy bedeutet.
Vorzugsweise sind die unpolaren Komponenten jedoch stickstoffhaltige flüssigkristalline Verbindungen.

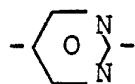
- 10 Die stickstoffhaltigen flüssigkristallinen Komponenten der erfindungsgemäßen FK-Phasen sind flüssigkristalline Verbindungen enthaltend mindestens eines der Strukturelemente (1) bis (4),



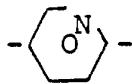
- 15 (1) (2) (3) (4)

wobei der Ring A 1,4-Phenylen, 2,6-disubstituiertes Naphthalin, -Di- oder -Tetrahydronaphthalin bedeutet, worin jeweils mindestens eine, vorzugsweise zwei, CH-Gruppen durch N ersetzt sind.

- 20 A ist vorzugsweise eine Gruppe ausgewählt aus den Formeln (5) bis (12).



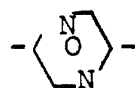
(5)



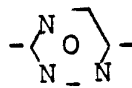
(6)



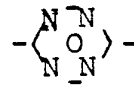
(7)



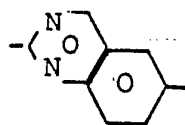
(8)



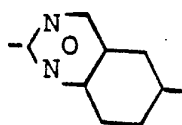
(9)



(10)



(11)

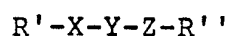


(12)

Bevorzugt sind Gruppen der Formeln (5), (6), (7) und (12), insbesondere (5).

- 5 Nicht als stickstoffhaltige Komponenten sollen in diesem Zusammenhang Flüssigkristallverbindungen mit Nitril-Flügelgruppen bzw. mit lateralen Nitrilgruppen verstanden werden.

- 10 Wichtige derartige stickstoffhaltige Komponenten lassen sich durch die Formel II charakterisieren,



II

- 15 worin X und Z je ein carbo- oder heterocyclische Ringsystem aus der aus 1,4-disubstituierten Benzol- und Cyclohexanringen, 4,4'-disubstituierten Biphenyl-, Phenylcyclohexan- und Cyclohexylcyclohexansystemen,

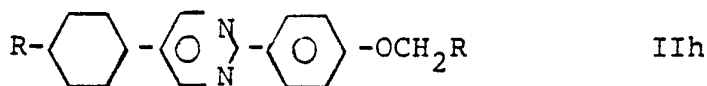
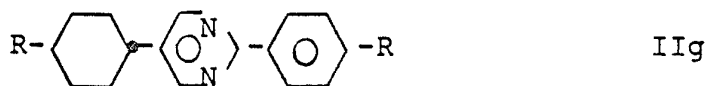
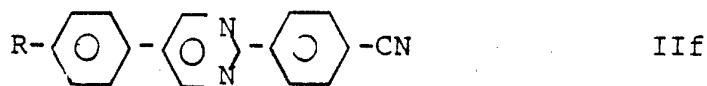
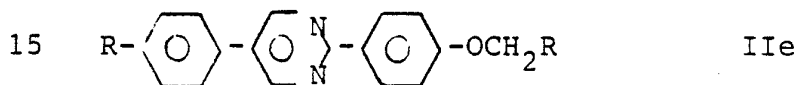
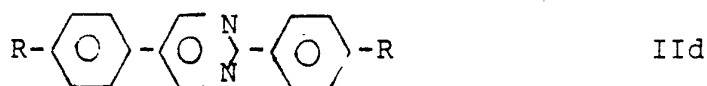
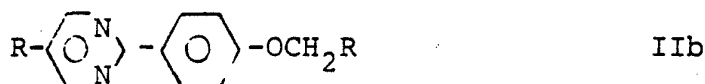
2,5-disubstituierten Pyrimidin- und 1,3-Dioxanringen, 2,6-disubstituiertem Naphthalin, Di- und Tetrahydronaphthalin, Chinazolin und Tetrahydrochinazolin gebildeten Gruppe,

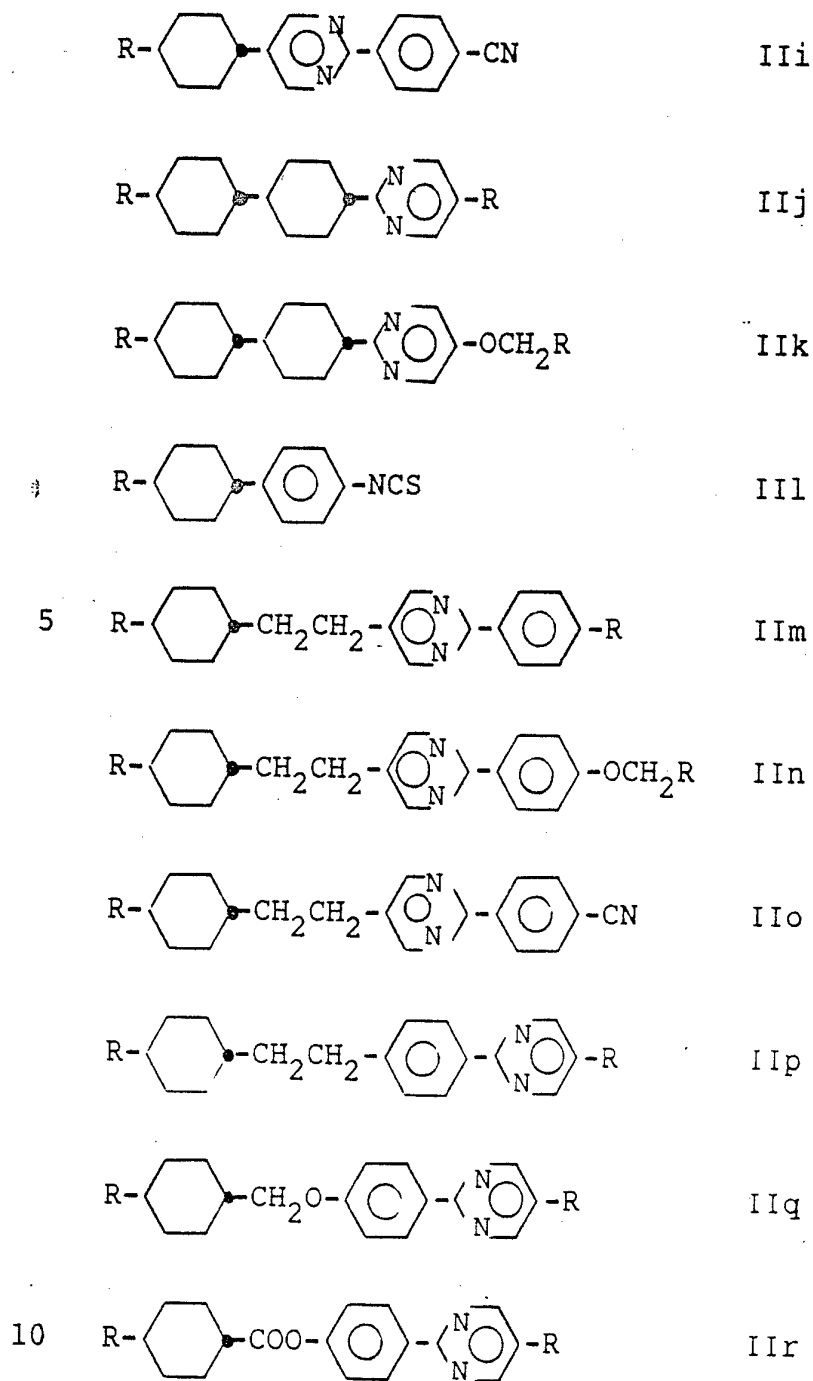
- | | | | |
|----|---|---------|-------------------------------------|
| 20 | Y | -CH=CH- | -N(O)=N- |
| | | -CH=CQ- | -CH=N(O)- |
| | | -C=C- | -CH ₂ -CH ₂ - |
| | | -CO-O- | -CH ₂ -O- |
| | | -CO-S- | -CH ₂ -S- |
| 25 | | -CH=N- | -COO-Phe-COO- |

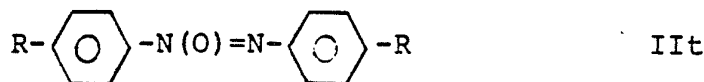
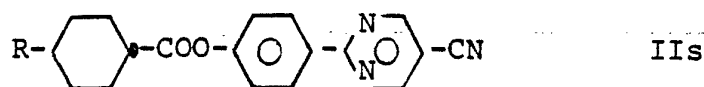
- 11 -

oder eine C-C-Einfachbindung, Q 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
 5 CN, NC, NO₂, CF₃, F, Cl oder Br bedeuten, wobei mindestens eine der Gruppen X und Z 2,5-disubstituiertes Pyrimidin, Chinazolin oder Tetrahydrochinazolin und/oder Y -CH=N- oder -N(O)=N- bedeutet.

Besonders bevorzugte stickstoffhaltige Komponenten sind
 10 diejenigen der Teilformeln IIa bis IIh,







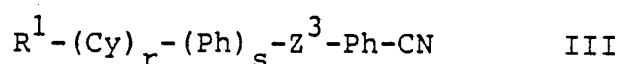
sowie diejenigen Pyrimidinderivate der Teilformeln Io, Ip, Iq, Ir, Is und It.

- 5 Unter den vorstehenden Teilformeln sind diejenigen der Formeln IIb, IIc, IId, IIe, IIh, Iii, IIj, Iil und Iir bevorzugt. Besonders bevorzugt sind diejenigen der Formel IIb.

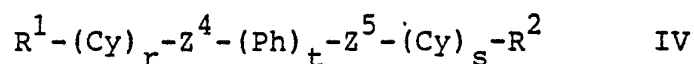
- 10 Besonders bevorzugte erfindungsgemäße FK-Phasen sind diejenigen enthaltend Verbindungen der Teilformeln Io, Ip, Iq, Ir, Is und/oder It. Diese Verbindungen mit sehr günstigen Quotienten K_3/K_1 sind gleichzeitig stark polare Komponenten mit verminderten Assoziationsgrad. Die stickstoffhaltigen flüssigkristallinen Komponenten
- 15 in erfindungsgemäßen FK-Phasen können somit mit den stark polaren Verbindungen mit verminderten Assoziationsgrad identisch sein, wobei dann die erfindungsgemäße FK-Phase mindestens zwei derartige Verbindungen enthält.

- 20 In den Verbindungen der vor- und nachstehenden Formeln bedeutet Cy trans-1,4-Cyclohexylen und Ph 1,4-Phenylen.

Als weitere Komponenten der erfindungsgemäßen FK-Phasen neben den Verbindungen der Formeln I und II kommen Verbindungen der Formel III



worin r 0, 1 oder 2,
s 0 oder 1,
r + s 1 oder 2,
 z^3 -CO-O- oder eine Einfachbindung be-
5 deutet, und R^1 , Cy und Ph die angegebenen Bedeutungen
haben und/oder Verbindungen der Formel IV



worin t 0, 1 oder 2,
r + s + t 2, 3 oder 4,
10 z^4 und z^5 jeweils -CO-O-, -O-CO-, $-CH_2CH_2-$
oder eine Einfachbindung, und R^2
eine der Bedeutungen von R^1 hat,

und R^1 , Cy, Phe, r und s die angegebenen Bedeutungen
haben, in Betracht.

15 Bevorzugte Verbindungen der Formel III sind diejenigen
der Teilformeln IIIa bis IIIh:

	R-Ph-Ph-CN	IIIa
	RCH ₂ O-Ph-Ph-CN	IIIb
	R-Cy-Ph-CN	IIIc
20	R-Cy-Ph-Ph-CN	IIId
	R-Cy-Cy-Ph-CN	IIIe
	R-Ph-COO-Ph-CN	IIIf
	R-Cy-COO-Ph-CN	IIIg
	R-Cy-Ph-COO-Ph-CN	IIIh

Bevorzugte Verbindungen der Formel IV sind diejenigen der Teilformeln IVa bis IVj:

	R-Cy-Ph-R	IVa
	R-Cy-Ph-OCH ₂ R	IVb
5	R-Cy-Ph-Ph-R	IVc
	R-Cy-Ph-Ph-OCH ₂ R	IVd
3	R-Cy-Ph- $\overset{\text{F}}{\text{---}}\text{Ph-R}$	IVe
	R-Cy-Ph- $\text{---}\text{Ph-Cy-R}$	IVf
10	R-Cy-Ph- $\overset{\text{F}}{\text{---}}\text{Ph-Cy-R}$	IVg
	R-Cy-Cy-COO-Cy-R	IVh
	R-Cy-Cy-CH ₂ CH ₂ -Cy-R	IVi
	R-Cy-Ph-Ph-CH ₂ CH ₂ -Cy-R	IVj

- 15 Unter den vorstehenden Teilformeln sind diejenigen der Formeln IVb, IVe, IVf, IVg, IVh und IVi bevorzugt. Besonders bevorzugt sind diejenigen der Teilformeln IVe, IVf, IVg, IVh und IVi.

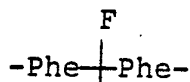
- 20 Weiterhin bevorzugt sind erfindungsgemäße flüssigkristalline Phasen enthaltend Phenyldioxanverbindungen. Derartige Verbindungen sind in der Deutschen Offenlegungsschrift DE-OS 29 44 905 beschrieben. Besonders bevorzugt sind 2-p-Cyanphenyl-5-n-alkyl-1,3-dioxane.

Bei den Verbindungen der vorstehenden Teilformeln bedeutet R eine geradkettige Alkylgruppe vorzugsweise mit 1 bis 7 C-Atomen (bei den stickstoffhaltigen Komponenten, den Verbindungen der Formel II sowie deren Teilformeln vorzugsweise mit 2 bis 10 C-Atomen), worin auch eine CH_2 -Gruppe durch -O- oder -CH=CH- ersetzt sein kann. Besonders bevorzugte Gruppe R sind Methyl, Ethyl, n-Propyl, n-Butyl, n-Pentyl, n-Hexyl und n-Heptyl, Methoxy, Ethoxy, n-Propoxy, n-Butoxy, n-Pentoxy, n-Hexoxy, n-Heptoxy, n-Octoxy, n-Nonoxy und n-Decoxy.

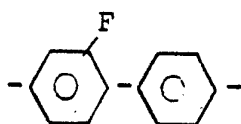
Bei Verbindungen der vorstehenden Teilformeln mit zwei Gruppen R haben beide Gruppe R jeweils unabhängig voneinander eine der vorstehend genannten Bedeutungen.

Wenn die Alkylgruppen 3 oder mehr Kohlenstoffatome enthalten, können diese in gerader oder verzweigter Kette angeordnet sein. In den erfindungsgemäßen Phasen werden jedoch keine Komponenten verwendet, die mehr als eine verzweigte Alkylgruppe enthalten. Derartige verzweigte Alkylgruppen enthalten im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht mehr als eine Kettenverzweigung; vorzugsweise handelt es sich dabei um eine Methyl- oder Ethylgruppe in 1- oder 2-Stellung des Kohlenstoffgerüsts, so daß als verzweigte Alkylgruppen insbesondere in Frage kommen: 2-Methylpropyl, 2-Methylbutyl, 1-Methylpentyl, 2-Methylpentyl, 1-Methylhexyl. In der Regel enthalten die erfindungsgemäßen flüssigkristallinen Dielektrika nur eine Komponente mit einem verzweigt-kettigen Alkylrest, um gewünschtenfalls optische Aktivität zu induzieren. Zu diesem Zweck werden normalerweise nicht mehr als 10 Gewichtsprozent, vorzugsweise 0,5 bis 3 Gewichtsprozent einer Komponente mit einem verzweigten Alkylrest zugefügt.

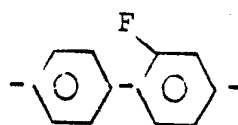
Bei den Verbindungen der vorstehenden Teilformeln bedeutet



5



oder



Die erfindungsgemäßen FK-Phasen enthalten vorzugsweise nicht gleichzeitig Verbindungen der Formeln III und IV.

10

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Phasen erfolgt in an sich üblicher Weise. In der Regel wird die gewünschte Menge der in geringerer Menge verwendeten Komponenten in der den Hauptbestandteil ausmachenden Komponenten gelöst, zweckmäßig bei erhöhter Temperatur. Wenn dabei eine Temperatur oberhalb des Klärpunkts des Hauptbestandteils gewählt wird, kann die Vollständigkeit des Lösevorgangs besonders leicht beobachtet werden.

20

Durch geeignete Zusätze können die flüssigkristallinen Phasen nach der Erfindung so modifiziert werden, daß sie in allen bisher bekannt gewordenen Arten von Flüssigkristallanzeigeelementen verwendet werden können.

25

Derartige Zusätze sind dem Fachmann bekannt und in der Literatur ausführlich beschrieben. Beispielsweise können Leitsalze, vorzugsweise Ethyl-dimethyldodecylammonium-4-hexyloxybenzoat, Tetrabutylammoniumtetraphenylboranat 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 oder Substanzen zur Veränderung der dielektrischen Anisotropie, der Viskosität und/oder der Orientierung der nematischen Phasen zugesetzt werden. Der-

30

artige Substanzen sind z. B. in den DE-OS 22 09 127, 22 40 864, 23 21 632, 23 38 281, 24 50 088, 26 37 430, 28 53 728 und 29 07 177 beschrieben.

e) Ausführungsbeispiele

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne sie zu begrenzen. In den Beispielen sind Schmelzpunkt und Klärpunkt einer flüssigkristallinen Substanz in Grad Celsius angegeben. Die Prozentzahlen beziehen sich auf Gewichtsprocente. Die Werte der Schwellenspannung beziehen sich auf einen Beobachtungswinkel von 0°, 10 % Kontrast und 20 °C.

Beispiel 1

Eine Flüssigkristallphase, bestehend aus

6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
15 8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
20 5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
25 6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
20 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
30 5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

hat einen Schmelzpunkt von -9° , bis -30° keine smektische Phase, einen Klärpunkt von 68° , einen Quotienten K_3/K_1 von 0,88 bei 20° und eine Schwellenspannung von 1,4 Volt.

5 Beispiel 2

Eine Flüssigkristallphase, bestehend aus

	12 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-propylpyrimidin,
	12 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-butylpyrimidin,
	10 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-pentylpyrimidin,
10	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
15		
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
20	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor-
25		biphenyl

hat eine Schwellenspannung von 1,15 V und einen Quotienten K_3/K_1 von 0,80 bei 20° .

Beispiel 3

Eine Flüssigkristallphase, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	17 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
20	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

25 hat einen Schmelzpunkt von -9° , bis -30° keine smektische Phase, einen Klärpunkt von 65° , einen Quotienten K_3/K_1 von 0,83 bei 20° und eine Schwellspannung von 1,4 Volt.

Beispiel 4

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

	12 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-propyl-1,3-dioxan,
	11 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-butyl-1,3-dioxan,
5	10 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	8 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
20	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

hat eine Schwellenspannung von 1,25 Volt und einen

25 Quotienten K_3/K_1 von 0,85 bei 20°.

Beispiel 5

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

	12 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-propyl-pyrimidin,
	11 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-butyl-pyrimidin,
5	10 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-pentyl-pyrimidin,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	8 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-(p-pentylphenyl)- pyrimidin,
20	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

25 hat eine Schwellenspannung von 1,10 Volt und einen
Quotienten K_3/K_1 von 0,78 bei 20°.

Beispiel 6

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-(5-Propyl-1,3-dioxan-2-yl)-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
3		
10	5 %	p-Pentyloxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	7 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	20 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenyl- ester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

hat eine Schwellenspannung von 1,45 volt und einen
Quotienten K_3/K_1 von 0,92 bei 20°.

Beispiel 7

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

	9 %	2-(p-Propylphenyl)-4-fluor-5-cyanpyrimidin,
	9 %	2-(p-Pentylphenyl)-4-fluor-5-cyanpyrimidin,
5	7 %	p-(5-Propyl-1,3-dioxan-2-yl)-benzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	8 %	p-Propoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
10	8 %	p-Pentyloxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	2-p-Methoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Methoxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
17	%	trans-1-p-Propylphenyl-4-pentylcyclohexan,
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
	6 %	4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor-
20		biphenyl und
	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluor-
		biphenyl

weist günstige Eigenschaften auf.

Beispiel 8

Eine Flüssigkristallphase bestehend auf

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	4'-[2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethyl]-3-fluor-4-cyanbiphenyl,
	5 %	p-Ethoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl-ester),
10	5 %	p-Propoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl-ester),
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	17 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenyl-ester),
20	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor-biphenyl

25 hat eine Schwellenspannung von 1,45 Volt und einen Quotienten K_3/K_1 von 0,87 bei 20°.

Beispiel 9

Eine Flüssigkristallphase bestehend auf

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-[2-(trans-4-propyl- cyclohexyl)-ethyl]-pyrimidin,
	5 %	p-Ethoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	17 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenyl- ester),
20	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

hat eine Schwellenspannung von 1,4 Volt und einen
25 Quotienten K_3/K_1 von 0,85 bei 20°.

Beispiel 10

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

	6 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-propyl-1,3-dioxan,
	6 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-butyl-1,3-dioxan,
5	7 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-[2-(trans-4-propyl- cyclohexyl)-ethyl]-pyrimidin,
	7 %	p-Ethoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	7 %	p-Propoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	6 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-p-pentylphenyl- pyrimidin
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-p-pentylphenyl- pyrimidin
20	15 %	trans-1-p-Propylphenyl-4-pentylcyclohexan,
	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

25 weist günstige Eigenschaften auf.

Beispiel 11

Man stellt eine Flüssigkristallphase her bestehend aus

	8 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-propylpyrimidin,
	9 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-butylpyrimidin,
5	8 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-pentylpyrimidin,
10	8 %	4'-[2-(trans-4-ethylcyclohexyl)-ethyl]-3-fluor-4-cyanbiphenyl,
	7 %	p-Ethoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl-ester),
10	8 %	p-Propoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl-ester),
	8 %	p-Butoxybenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl-ester),
15	7 %	2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-[2-(trans-4-propylcyclohexyl)-ethyl]pyrimidin,
	12 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester,
	7 %	Buttersäure-(p-trans-4-pentylcyclohexylphenylester,
20	6 %	4,4'-Bis-(trans-4-Propylcyclohexyl)-2-fluor-biphenyl,
	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor-biphenyl,
25	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl.

Beispiel 12

Man stellt eine Flüssigkristallphase her, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl und
	10 %	p-Methoxybenzoesäure-(p-pentylphenylester).

Beispiel 13

Man stellt eine Flüssigkristallphase her, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	10 %	trans-4-Propylcyclohexancarbonsäure-(p-ethoxyphenylester).

Beispiel 14

Man stellt eine Flüssigkristallphase her, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl und
	10 %	trans-4-Propylcyclohexancarbonsäure-(p- methoxymethylphenylester).

Beispiel 15

Man stellt eine Flüssigkristallphase her, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl und
	10 %	2-p-Ethoxyphenyl-5-propyl-1,3-dioxan.

Beispiel 16

Man stellt eine Flüssigkristallphase her, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenyl- ester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexyl- phenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4- propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl und
	10 %	p-(trans-4-Hex-3-enyl-cyclohexyl)-benzonitril.

Beispiel 17

Man stellt eine Flüssigkristallphase her, bestehend aus

	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
10	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	7 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	7 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
15	6 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	10 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester),
	6 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
20	5 %	4,4'-Bis-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
	10 %	p-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-phenylisothiocyanat.

Beispiel 18

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

	9 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	9 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	4 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	7 %	p-Pentylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
10	5 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
15	15 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester),
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-propylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl,
	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluorbiphenyl
		und
20	7 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-
		cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl

hat einen Schmelzpunkt von -9° , bis -30° keine smektische Phase, einen Klärpunkt von 65° , einen Quotienten K_3/K_1 von 0.84 bei 20° und eine Schwellenspannung von 1,4 Volt.

Beispiel 19

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

- 6 % 2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
- 10 % 2-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
- 5 8 % 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
- 8 % p-(5-Propyl-1,3-dioxan-2-yl)-benzoesäure-
(4-Cyan-3-fluorphenylester),
- 5 % p-Ethylbenzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester),
- 5 % p-Propylbenzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester),
- 10, 5 % 2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 6 % 2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 6 % 2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 5 % 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 5 % 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
- 15 5 % 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
- 17 % Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester)
- 5 % 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-
cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
- 4 % 4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor-
20 biphenyl,

hat bis -20° keine smektische Phase, einen Quotienten K_3/K_1 von 0,81 bei 20° und eine Schwellenspannung von 1,3 Volt.

Beispiel 20

Man stellt eine Flüssigkristallphase her bestehend aus

- | | | |
|----|------|---|
| | 6 % | 2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan, |
| | 10 % | 2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan, |
| 5 | 8 % | 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan, |
| | 8 % | 4-(trans-4-(trans-4-heptylcyclohexyl)-cyclohexyl)-
2-fluorbenzonitril, |
| | 5 % | p-Ethylbenzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester), |
| | 5 % | p-Propylbenzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester), |
| 10 | 5 % | 2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 6 % | 2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin, |
| 15 | 17 % | Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester), |
| | 5 % | 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-
cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und |
| | 4 % | 4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor-
biphenyl. |

Beispiel 21

Man stellt eine Flüssigkristallphase her bestehend aus

- | | | |
|----|------|--|
| | 6 % | 2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan, |
| | 10 % | 2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan, |
| 5 | 8 % | 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan, |
| | 8 % | trans-4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-cyclohexancarbon-
säure-(4-cyan-3-fluorphenylester), |
| | 5 % | p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester), |
| | 5 % | p-Propylbenzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester), |
| 10 | 5 % | 2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 6 % | 2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 6 % | 2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin, |
| 15 | 5 % | 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin, |
| | 17 % | Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester), |
| | 5 % | 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-
cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und |
| 20 | 4 % | 4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor-
biphenyl. |

Beispiel 22

Man stellt eine Flüssigkristallphase her bestehend aus

- | | | |
|----|------|---|
| | 6 % | 2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan, |
| | 10 % | 2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan, |
| 5 | 8 % | 2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan, |
| | 4 % | 2-(4-Cyan-3-fluorphenyl)-5-(trans-4-pentyl-cyclohexyl)-pyrimidin, |
| | 4 % | 4-(trans-4-(trans-4-pentylcyclohexyl)-cyclohexyl)-2-chlorbenzonitril, |
| 10 | 8 % | p-(5-Propyl-1,3-dioxan-2-yl)-benzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester), |
| | 5 % | p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester), |
| | 5 % | p-Propylbenzoesäure-(4-Cyan-3-fluorphenylester), |
| | 5 % | 2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| 15 | 6 % | 2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 6 % | 2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin, |
| | 5 % | 2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin, |
| 20 | 17 % | Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester), |
| | 5 % | 4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl-cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und |
| | 4 % | 4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor-biphenyl. |

Beispiel 23

Eine Flüssigkristallphase bestehend aus

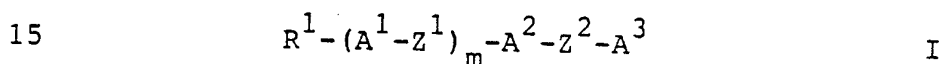
	6 %	2-p-Cyanphenyl-5-propyl-1,3-dioxan,
	10 %	2-p-Cyanphenyl-5-butyl-1,3-dioxan,
5	8 %	2-p-Cyanphenyl-5-pentyl-1,3-dioxan,
	8 %	p-(trans-4-Propylcyclohexyl)-benzoesäure- (4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Ethylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
	5 %	p-Propylbenzoesäure-(4-cyan-3-fluorphenylester),
10	5 %	2-p-Pentyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Hexyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	6 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
	5 %	2-p-Heptyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
15	5 %	2-p-Nonyloxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
	17 %	Buttersäure-(p-trans-4-propylcyclohexylphenylester),
	5 %	4-(trans-4-Pentylcyclohexyl)-4'-(trans-4-propyl- cyclohexyl)-2-fluorbiphenyl und
20	4 %	4,4'-Bis-(trans-4-pentylcyclohexyl)-2-fluor- biphenyl

hat bis -30° keine smektische Phase, einen Quotienten K_3/K_1 von 0,83 bei 20° und eine Schwellenspannung von 1,4 Volt.

Patentansprüche

1. Flüssigkristalline Phase mit mindestens zwei flüssigkristallinen Komponenten und einer Schwellenspannung $< 1,6$ Volt, dadurch gekennzeichnet, daß die Phase gleichzeitig mindestens eine stark polare Komponente mit vermindertem Assoziationsgrad und, zur Verminderung des Quotienten K_3/K_1 der elastischen Konstanten für die Biegung (K_3) und die Spreizung (K_1) der Phase auf einen Wert $\leq 1,1$, mindestens eine unpolare flüssigkristalline Komponente enthält.

2. Flüssigkristalline Phase nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie mindestens eine Komponente der Formel I



worin R^1 Alkyl mit 1 bis 12 C-Atomen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch O-Atome, $-CO-$, $-O-CO-$, $-CO-O-$ und/oder $-CH=CH-$ Gruppen ersetzt sein können,

A^1 und A^2 jeweils 1,4-Phenylen, worin auch 1 bis 4 CH -Gruppen durch N ersetzt sein können oder 1,4-Cyclohexylen, worin auch eine oder zwei nicht benachbarte CH_2 -Gruppen durch O ersetzt sein können,

z^1 -CO-O-, -O-CO-, -CH₂-O-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-,
-CH=N-, -N=CH-, -N=NO-, -NO=N- oder eine
Einfachbindung,

5 z^2 -CO-O-, -O-CO-, -CH₂O-, -OCH₂-, -CH₂CH₂-
oder eine Einfachbindung,

m 0, 1 oder 2, und

A^3 3-Halogen-4-cyanphenyl oder 3,5-Dihalogen-
4-cyanphenyl bedeutet,

enthält.

- 10 3. Verwendung von flüssigkristallinen Phasen nach An-
spruch 1 oder 2 für elektrooptische Anzeigeelemente.