

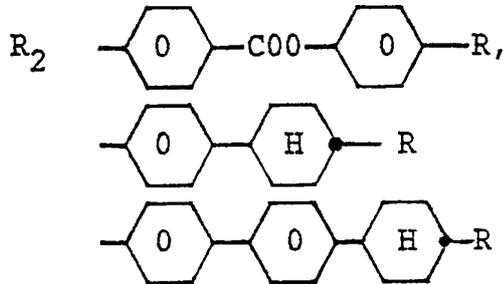


## PATENTANSPRÜCHE

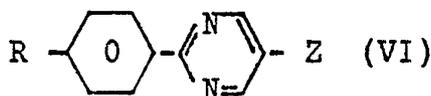
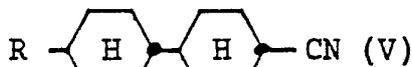
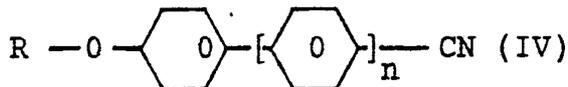
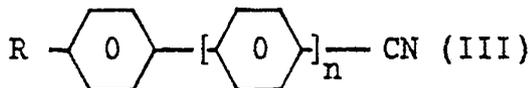
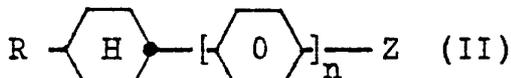
1. Flüssigkristallines Dielektrikum, dadurch gekennzeichnet, dass es 5–85 Gewichtsprozent mindestens eines Carbonsäureesters der Formel (I)



worin X-CO-O- oder -O-CO-, R<sub>1</sub> Alkyl mit 1–7 C-Atomen,



und R Alkyl mit 1–7 C-Atomen bedeuten, und 95–15 Gewichtsprozent mindestens einer Verbindung aus den Gruppen mit den Formeln (II) bis (VI) enthält,

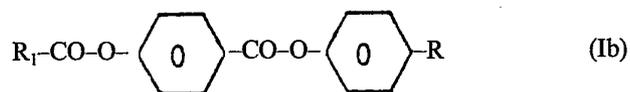


worin n 1 oder 2 und Z R, OR oder CN bedeuten.

2. Flüssigkristallines Dielektrikum nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens einen Carbonsäureester der Formel (Ia) enthält,

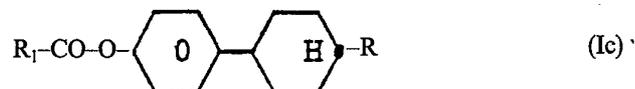


3. Flüssigkristallines Dielektrikum nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es 8–60 Gewichtsprozent mindestens eines Carbonsäureesters der Formel (Ib) enthält,



worin R<sub>1</sub> und R gleich oder verschieden sind und Alkyl mit 1–7 C-Atomen bedeuten.

4. Flüssigkristallines Dielektrikum nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es 8–60 Gewichtsprozent mindestens eines Carbonsäureesters der Formel (Ic) enthält,



worin R<sub>1</sub> und R gleich oder verschieden sind und Alkyl mit 1–7 C-Atomen bedeuten.

5. Flüssigkristallines Dielektrikum nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der

2

bzw. in den Carbonsäureesterkomponente(n) der Formel (I) die Alkylgruppen R<sub>1</sub> und R zusammen 5–11 C-Atome enthalten.

6. Verwendung des Dielektrikums nach Anspruch 1 in Flüssigkristall-Anzeigeelementen auf Basis der verdrillten nematischen Zelle.

7. Elektrooptische Anzeigevorrichtung auf Basis einer Flüssigkristall-Zelle, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein Dielektrikum nach Anspruch 1 enthält.

10

Die Erfindung betrifft ein flüssigkristallines Dielektrikum mit einer besonders steilen Kennlinie.

15

Für elektrooptische Anzeigeelemente werden in zunehmendem Masse die Eigenschaften nematischer oder nematisch-cholesterischer flüssigkristalliner Materialien ausgenutzt, 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 aufgerichteter Phase, dem Schadt-Helfrich-Effekt in der verdrillten Zelle oder dem cholesterisch-nematischen Phasenübergang.

20

25

Für die technische Anwendung dieser Effekte in elektronischen Bauelementen werden flüssigkristalline Dielektrika 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 Dielektrika eine flüssigkristalline Mesophase im Temperaturbereich von mindestens +10 °C bis +50 °C, bevorzugt von 0 °C bis 60 °C, und eine möglichst niedrige Viskosität bei Raumtemperatur, die vorzugsweise nicht mehr als 70 · 10<sup>-3</sup> Pas betragen soll gefordert. Schliesslich dürfen sie im Bereich des sichtbaren Lichtes keine Eigenabsorption aufweisen, d.h. sie müssen farblos sein.

40

In keiner der bisher bekannten Reihen von Verbindungen mit flüssigkristalliner Mesophase gibt es eine Einzelverbindung, die in dem geforderten Temperaturbereich von 0 °C bis 60 °C eine flüssigkristalline nematische Mesophase ausbildet.

45

Es werden daher in der Regel Mischungen von zwei oder mehreren Verbindungen hergestellt, um als flüssigkristalline Dielektrika verwendbare Substanzen zu erhalten. Hierzu mischt man gewöhnlich mindestens eine Verbindung mit niedrigem Schmelz- und Klärpunkt mit einer anderen mit deutlich höherem Schmelz- und Klärpunkt. Hierbei wird normalerweise eine Gemisch erhalten, dessen Schmelzpunkt unter dem der niedriger schmelzenden Komponente liegt, während der Klärpunkt zwischen den Klärpunkten der Komponenten liegt. Optimale Dielektrika lassen sich jedoch auf diese Weise nicht leicht herstellen, da die Komponenten mit 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 verlängert.

50

55

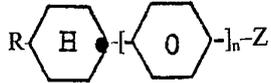
Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, flüssigkristalline Dielektrika aufzuzeigen, die eine nematische Phase im geforderten Temperaturbereich aufweisen und in Flüssigkristallzellen bei Zimmertemperatur ausreichend kurze Schaltzeiten ermöglichen. Weiterhin ist es für alle eingangs genannten Arten von Anzeigeelementen von Bedeutung, dass die Kontrast-Spannungskurve im Bereich der Schwellenspannung möglichst steil ist, d.h., dass ein geringfügiges Überschreiten der Schwellenspannung sofort die Anzeige zu möglichst

60

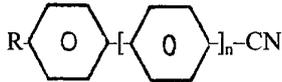
65

vollem Kontrast aktiviert; ferner soll die Schwellenspannung selbst nur eine möglichst geringe Temperaturabhängigkeit besitzen, damit zur Aktivierung der Anzeige insbesondere bei tiefen Temperaturen nicht wesentlich höhere Schwellenspannungen nötig sind als zum Beispiel bei Zimmertemperatur.

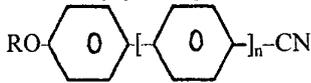
Besonders wertvolle und daher in flüssigkristallinen Dielektrika bereits in grossem Umfang verwendete flüssigkristalline Basismaterialien, die den vorstehend genannten Stabilitätsanforderungen genügen und auch farblos sind, sind insbesondere die Phenylcyclohexanderivate bzw. Biphenylcyclohexanderivate der Formel (II)



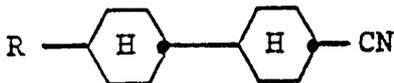
die Alkylcyanobiphenyle bzw. -terphenyle der Formel (III),



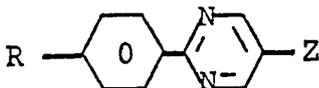
die Alkoxycyanobiphenyle bzw. -terphenyle der Formel (IV)



die Cyclohexylcyclohexane der Formel (V)



und die Phenylpyrimidine der Formel (VI)



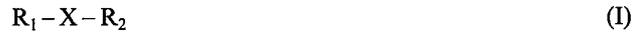
wobei in den Formeln (II) bis (VI) n 1 oder 2 und Z -R, -OR oder -CN bedeutet, wobei R die in Formel (I) angegebene Bedeutung besitzt.

Es ist bereits eine grosse Anzahl flüssigkristalliner Dielektrika auf der Basis dieser Verbindungen im Handel. Es besteht jedoch immer noch ein grosser Bedarf nach flüssigkristallinen Dielektrika mit einer möglichst steilen Kennlinie (Kontrast-Spannungs-Kurve), insbesondere für Matrix-Anzeigeelemente. In solchen Matrix-Anzeigeelementen kann jeder «Anzeigepunkt» eines Elektrodenrasters durch Anlegen einer Spannung an eine aus einer Vielzahl waagerechter Leiterzeilen bestehende erste Elektrodenschicht und an eine aus einer Vielzahl senkrechter Leiterreihen bestehende andere Elektrodenschicht selektiv angesteuert werden. Ein Nachteil dieser Matrix-Anzeigeelemente ist die als «Übersprechen» bezeichnete partielle Aktivierung von Anzeigepunkten in der unmittelbaren Nachbarschaft eines angesteuerten Anzeigepunktes, die den Kontrast der Anzeige in unerwünschter Weise vermindert. Je steiler nun die Kennlinie eines in einem derartigen Anzeigeelement verwendeten flüssigkristallinen Dielektrikums ist, desto weniger wird ein derartiges Übersprechen beobachtet.

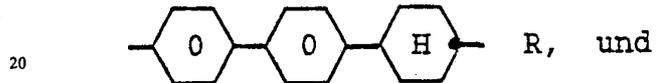
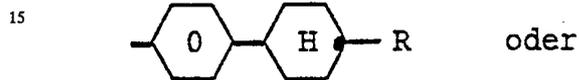
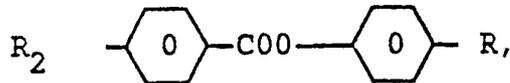
Die Steilheit der Kennlinie eines flüssigkristallinen Dielektrikums wird in der Regel als das Verhältnis der Steuerungsspannungen V angegeben, die an ein bestimmtes Flüssigkristall-Anzeigeelement angelegt werden müssen, um 90% des maximalen Kontrasts ( $V_{90}$ ) bzw. 10% des maximalen Kontrasts ( $V_{10}$ ) zu erzielen. Die Steilheit der Kennlinie ist umso grösser, je kleiner das Verhältnis

$$\gamma = \frac{V_{90}}{V_{10}}$$

ist. Es wurde nun gefunden, dass flüssigkristalline Dielektrika mit besonders steilen Kennlinien erhalten werden, wenn man 15–95 Gewichtsprozent einer oder mehrerer Verbindungen der Formeln (II) bis (VI) mit 85–5 Gewichtsprozent mindestens eines Carbonsäureesters der Formel (I) mischt,



worin X -CO-O- oder -O-CO-,  
R<sub>1</sub> Alkyl mit 1–7 C-Atomen,

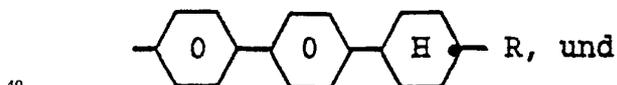
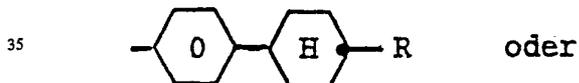
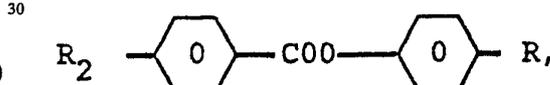


R Alkyl mit 1–7 C-Atomen bedeutet.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein flüssigkristallines Dielektrikum das 5–85 Gewichtsprozent mindestens eines Carbonsäureesters der Formel (I)



worin R<sub>1</sub> Alkyl mit 1–7 C-Atomen

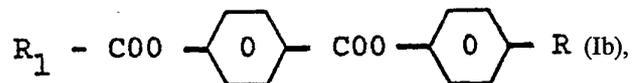


X -CO-O- oder -O-CO- bedeuten, und 95–15 Gewichtsprozent einer oder mehrerer Verbindungen der vorstehend angegebenen Formeln (II) bis (VI) enthält.

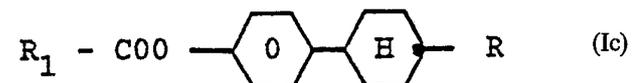
Die Carbonsäureester der Formel (I) sind entweder Fettsäureester der Formel (Ia),



die die 4-Alkanoyloxybenzoesäurephenylester der Formel (Ib),



die 4-Alkanoyloxybenzoesäurecyclohexylester der Formel (Ic)

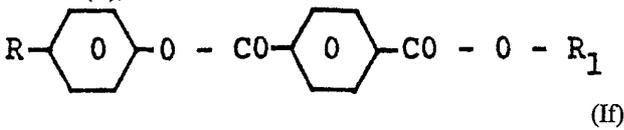


und die 4-Alkanoyloxy-4'-cyclohexylbiphenyle der Formel (Id)

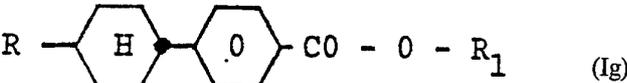


umfassen, oder Benzoesäureesterderivate der Formel (Ie)

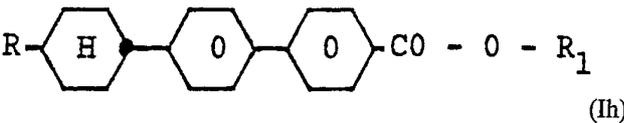
$R_2 - COO - R_1$  (Ie),  
wobei von dieser Formel (Ie) die Terephthalsäureester der Formel (If),



die 4-(4-Alkylcyclohexyl)-benzoesäure-alkylester der Formel (Ig)



und die 4-(4-Alkylcyclohexyl)-biphenyl-4'-carbonsäureester (Ih)



umfasst werden. In den Formeln (Ia) bis (Ih) haben  $R_1$ ,  $R_2$  und R die in Formel (I) angegebene Bedeutung; in den einen Cyclohexanring enthaltenden Verbindungen der Formeln (Ic), (Id), (Ig) und (Ih) handelt es sich bei diesen in jedem Fall um einen trans-1,4-disubstituierten Cyclohexanring; die trans-Konfiguration ist in den Formelbildern durch die schwarze Markierung auf der rechten Seite des Cyclohexanringes kenntlich gemacht.

Es sind zwar bereits flüssigkristalline Dielektrika bekannt, die Carbonsäureester der Formel (I) enthalten, zum Beispiel in den DE-OS 2 139 628, 2 636 684 und 2 927 277. Erfindungsgemässe Dielektrika mit einem Gehalt von 5–85 Gewichtsprozent eines oder mehrerer solcher Carbonsäureester und 95–15 Gewichtsprozent einer oder mehrerer Verbindungen der Formeln (II) bis (VI) sowie die Tatsache, dass diese Dielektrika in Flüssigkristall-Anzeigeelementen überraschenderweise deutlich steilere Kennlinien haben als alle bisher bekannten flüssigkristallinen Dielektrika auf der Basis der Verbindungen (II) bis (VI), sind jedoch noch nicht beschrieben worden.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist schliesslich die im Patentanspruch 6 definierte Verwendung des erfindungsgemässen Dielektrikums.

Es kann bis jetzt noch keine Erklärung dafür gegeben werden, warum das erfindungsgemässe Dielektrikum eine deutlich steilere Kennlinie aufweist als bekannte Dielektrika auf der Basis nur einer der Komponententypen (I) bzw. (II) bis (VI) und ggf. noch mesogenen Verbindungen mit anderen Strukturen. Es wird vermutet, dass aufgrund molekularer Wechselwirkungen die elastischen Konstanten der Flüssigkristallsubstanzen beeinflusst werden; sichere Aussagen darüber können bisher nicht gemacht werden.

Besonders günstige Eigenschaften hinsichtlich der Steilheit der Kennlinie zeigen solche Ausführungsformen des erfindungsgemässen Dielektrikums, die 8 bis 60 Gewichtsprozent, vorzugsweise 10 bis 55 Gewichtsprozent mindestens eines Carbonsäureesters der Formel (I) und entsprechend 92 bis 40, vorzugsweise 90 bis 45 Gewichtsprozent einer oder mehrerer Verbindungen der Formel (II) bis (VI) enthalten.

Die Reste  $R_1$  und R in den Carbonsäureestern der Formel (I) können gleich oder voneinander verschieden sein und bedeuten, wie auch die Reste R in den Verbindungen der Formeln (II) bis (VI) Alkylgruppen mit 1–7 Kohlenstoffatomen. Wenn die Alkylgruppen 3 oder mehr Kohlenstoffatome enthalten, können diese in gerader oder verzweigter Kette angeordnet sein. Im erfindungsgemässen Dielektrikum werden je-

doch keine Komponenten verwendet, die mehr als eine verzweigte Alkylgruppe  $R_1$  bzw. R 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. Im übrigen werden als Komponenten des erfindungsgemässen Dielektrikums nur solche Verbindungen der Formeln (I) bis (VI) verwendet, in denen die Alkylreste  $R_1$  und/oder R geradkettig sind, also Methyl, Ethyl, n-Propyl, n-Butyl, n-Pentyl, n-Hexyl oder n-Heptyl bedeuten.

In Komponenten von Ausführungsformen des erfindungsgemässen flüssigkristallinen Dielektrikums, die zwei Alkylgruppen als bzw. in den Flügelgruppen enthalten, also die Verbindungen der Formel (I) sowie diejenigen der Formeln (II) und (VI), in denen Z R oder OR bedeutet, enthalten diese Flügelgruppen zusammen 2–14 Kohlenstoffatome. Bevorzugt werden hiervon diejenigen verwendet, in denen die Flügelgruppen zusammen 4–12, vorzugsweise 5–11 Kohlenstoffatome enthalten. Von den Komponenten von Ausführungsformen, in denen eine Flügelgruppe CN ist, sind diejenigen bevorzugt, in denen die andere Flügelgruppe 2–7 Kohlenstoffatome enthält.

Die Herstellung des erfindungsgemässen Dielektrikums kann in an sich üblicher Weise erfolgen. In der Regel wird die gewünschte Menge der in geringerer Menge verwendeten Komponenten in der den Hauptbestandteil ausmachenden Komponente 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.

Es ist jedoch auch möglich, Lösungen der Komponenten in einem 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.

Durch Zusätze kann das flüssigkristalline Dielektrikum nach der Erfindung so modifiziert werden, dass es in allen bisher bekannt gewordenen Arten von Flüssigkristallanzeigeelementen verwendet werden kann. Derartige Zusätze sind dem Fachmann bekannt und sind in der einschlägigen Literatur ausführlich beschrieben. Beispielsweise können Substanzen zur Veränderung der dielektrischen Anisotropie, der Viskosität, der Leitfähigkeit und/oder der Orientierung der nematischen Phasen zugesetzt werden. Derartige Substanzen sind zum Beispiel in den DE-OS 2 209 127, 2 240 864, 2 321 632, 2 338 281, 2 535 046, 2 637 430 und 2 900 312 beschrieben.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern. In den Beispielen bedeuten F. den Schmelzpunkt und K. den Klärpunkt einer flüssigkristallinen Substanz in Grad Celsius; Siedetemperaturen sind mit Kp. bezeichnet. Wenn nichts Anderes angegeben ist, bedeuten Angaben von Teilen oder Prozent Gewichtsteile bzw. Gewichtsprozent.

*Beispiel 1*

Die flüssigkristalline Mischung aus 24% 4-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-benzotrinitril, 36% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-benzotrinitril 25% 4-(trans-4-n-Heptylcyclohexyl)-benzotrinitril und 15% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-6^{\circ}\text{C}$  bis  $+71^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinie mit einer Steilheit von  $\gamma = 1,57$ . Aus 70% dieser Mischung und 30% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-4-n-propylphenyl-ester wird ein erfindungsgemässes Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von  $-5^{\circ}\text{C}$  bis  $+66^{\circ}\text{C}$  und einer Kennlinien-Steilheit  $\gamma = 1,41$  erhalten.

*Beispiel 2*

Aus 70% der in Beispiel 1 beschriebenen flüssigkristallinen Basismischung und 30% trans-4-n-Propyl-1-(4-n-pentaoxyloxyphenyl)-cyclohexan wird ein erfindungsgemässes Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von  $-12^{\circ}\text{C}$  bis  $+58^{\circ}\text{C}$  und einer Kennliniensteilheit  $\gamma = 1,48$  erhalten.

*Beispiel 3*

Aus 70% der in Beispiel 1 beschriebenen flüssigkristallinen Basismischung und 30% 4-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-biphenyl-4'-carbonsäure-butylester wird ein erfindungsgemässes Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von  $+15^{\circ}\text{C}$  bis  $+99^{\circ}\text{C}$  und einer Kennliniensteilheit  $\gamma = 1,48$  erhalten.

*Beispiel 4*

Die flüssigkristalline Basismischung aus 14% 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl, 10% 4-n-Propyloxy-4'-cyanobiphenyl, 12% 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-benzotrinitril, 23% 4-(trans-4-n-Butylcyclohexyl)-benzotrinitril, 20% 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-benzoesäure-(trans-4-n-propyl)-cyclohexyl-ester und 21% 4-(trans-4-n-Butylcyclohexyl)-benzoesäure-(trans-4-n-propyl)-cyclohexyl-ester hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-5^{\circ}\text{C}$  bis  $+67^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit  $\gamma = 1,44$ . Aus 70% dieser Basismischung und 30% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-4-n-heptylphenyl-ester wird ein flüssigkristallines Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von  $-2^{\circ}\text{C}$  bis  $+63^{\circ}\text{C}$  und einer Kennlinien-Steilheit  $\gamma = 1,40$  erhalten.

*Beispiel 5*

Die flüssigkristalline Mischung aus 51% 4-n-Pentyl-4'-cyanobiphenyl, 25% 4-n-Heptyl-4'-cyanobiphenyl, 16% 4-n-Octyloxy-4'-cyanobiphenyl und 8% 4-n-Pentyl-4''-cyano-p-terphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-8^{\circ}\text{C}$  bis  $+58^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,45$ . Aus 70% dieser flüssigkristallinen Basismischung und 30% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-4-n-propylphenyl-ester wird ein Dielektrikum erhalten, das eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-5^{\circ}\text{C}$  bis  $+56^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,39$  aufweist.

*Beispiel 6*

4-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-benzotrinitril besitzt eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $42^{\circ}\text{C}$  bis  $45^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit  $\gamma = 1,59$ . Aus 50% dieser Verbindung, 27,5% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-4-n-propyl-

phenyl-ester und 22,5% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-4-n-heptylphenyl-ester wird ein flüssigkristallines Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von  $+5^{\circ}\text{C}$  bis  $+49^{\circ}\text{C}$  und einer Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,37$  erhalten.

*Beispiel 7*

Die flüssigkristalline Basismischung aus 15% 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-benzotrinitril, 21% 4-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-benzotrinitril, 16% 4-(trans-4-n-Butylcyclohexyl)-benzotrinitril, 31% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-benzotrinitril, 9% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl und 8% 4-n-Pentyl-4''-cyano-p-terphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-12^{\circ}\text{C}$  bis  $+68^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,55$ . Aus 66% dieser flüssigkristallinen Basismischung und 34% trans-4-n-Propyl-1-(4-n-butyroxyloxyphenyl)-cyclohexan wird ein flüssigkristallines Dielektrikum nach der Erfindung erhalten, das eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-23^{\circ}\text{C}$  bis  $+58^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,45$  aufweist.

*Beispiel 8*

Die flüssigkristalline Basismischung aus 14% 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-benzotrinitril, 21% 4-(trans-4-n-Butylcyclohexyl)-benzotrinitril, 15% 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl, 22% 4-n-Butyl-4'-cyanobiphenyl, 15% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl und 13% 4-n-Pentyl-4''-cyano-p-terphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $+6^{\circ}\text{C}$  bis  $+75^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,47$ . Aus 70% dieser flüssigkristallinen Basismischung und 30% trans-4-n-Propyl-1-(4-n-butyroxyloxyphenyl)-cyclohexan wird ein erfindungsgemässes flüssigkristallines Dielektrikum hergestellt, das eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-5^{\circ}\text{C}$  bis  $+63^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,41$  aufweist.

*Beispiel 9*

Die flüssigkristalline Basismischung aus 10% trans-trans-4-n-Propylcyclohexyl-cyclohexan-(4')-carbo-nitril, 10% trans-trans-4-n-Pentylcyclohexyl-cyclohexan-(4')-carbo-nitril, 28% 4-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-benzotrinitril, 40% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-benzotrinitril und 12% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-4^{\circ}\text{C}$  bis  $+75^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,60$ . Aus 80% dieser flüssigkristallinen Basismischung und 20% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-(4-n-propylphenyl)-ester wird ein erfindungsgemässes flüssigkristallines Dielektrikum erhalten, das eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $-9^{\circ}\text{C}$  bis  $+72^{\circ}\text{C}$  und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,47$  aufweist.

*Beispiel 10*

Die flüssigkristalline Basismischung aus 13% trans-trans-4-n-Propylcyclohexyl-cyclohexan-(4')-carbo-nitril, 13% trans-trans-4-n-Pentylcyclohexyl-cyclohexan-(4')-carbo-nitril, 57% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-benzotrinitril und 17% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von  $+9^{\circ}\text{C}$

bis +87 °C und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,59$ . Aus 53% dieser Basismischung, 17% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-(4-n-propylphenyl)-ester und 30% 4-n-Hexanoyloxybenzoesäure-(4-n-heptylphenyl)-ester wird ein erfindungsgemässes flüssigkristallines Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von -7 °C bis +75 °C und einer Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,41$  erhalten.

*Beispiel 11*

Die flüssigkristalline Basismischung aus 27% 4-(trans-4-n-Propylcyclohexyl)-benzonnitril, 22% 4-(trans-4-n-Butylcyclohexyl)-benzonnitril, 39% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-benzonnitril und 12% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von -5 °C bis +67 °C und eine Kennliniensteilheit von  $\gamma = 1,57$ . Aus 87% dieser Basismischung, 5% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-acetoxybiphenyl und 8% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-n-pentanoyloxybiphenyl wird ein erfindungsgemässes flüssigkristallines Dielektrikum mit einer nematischen Phase

im Temperaturbereich von -9 °C bis +83 °C und einer Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,47$  hergestellt.

*Beispiel 12*

5 Die flüssigkristalline Basismischung aus 20% 4-(trans-4-Ethylcyclohexyl)-benzonnitril, 22% 4-(trans-4-n-Butylcyclohexyl)-benzonnitril, 14% 4-Ethyl-4'-cyanobiphenyl, 23% 4-n-Butyl-4'-cyanobiphenyl, 10 12% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-cyanobiphenyl und 9% 4-n-Pentyl-4''-cyano-p-terphenyl hat eine nematische Phase im Temperaturbereich von -7 °C bis +59 °C und eine Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,47$ . Aus 87% dieser Basismischung, 5% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-acetoxybiphenyl und 8% 4-(trans-4-n-Pentylcyclohexyl)-4'-n-pentanoyloxybiphenyl wird ein erfindungsgemässes flüssigkristallines Dielektrikum mit einer nematischen Phase im Temperaturbereich von -10 °C bis +76 °C und einer Kennlinien-Steilheit von  $\gamma = 1,43$  erhalten.