



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G02F 1/1335</p>	<p align="center">A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/17813 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 15. Oktober 1992 (15.10.92)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP91/00636 (22) Internationales Anmeldedatum: 6. April 1991 (06.04.91)</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MERCK PATENT GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG[DE/DE]; Frankfurter Str. 250, D-6100 Darmstadt (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : SCHEUBLE, Bernhard [DE/DE]; Am Grundweg 3, D-6104 Seeheim (DE). BAUR, Günter [DE/DE]; Waldhofstr. 8d, D-7800 Freiburg (DE). FEHRENBACH, Waltraud [DE/DE]; Kleiststr. 8, D-7830 Emmendingen (DE). WEBER, Barbara [DE/DE]; Eugen-Lacroix-Str. 11, D-7637 Ettenheim (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG; Frankfurter Str. 250, D-6100 Darmstadt (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i></p>
<p>(54) Title: ELECTRO-OPTICAL SYSTEM</p> <p>(54) Bezeichnung: ELEKTROOPTISCHES SYSTEM</p> <p>(57) Abstract</p> <p>An electro-optical system according to the preamble of claim 1 is described in which the angle ψ formed by the polarization device on the inlet side with the liquid crystal molecule directors on the first substrate surface is optimized to achieve high contrast and/or high brightness and/or contrast and chromaticity which are highly independent of viewing angle.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein elektrooptisches System gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, wobei der Winkel ψ, den die Polarisationsvorrichtung auf der Eingangsseite mit den Direktoren der Flüssigkristallmoleküle auf der 1. Substratoberfläche bildet zur Erzielung eines hohen Kontrastes und/oder einer hohen Helligkeit und/oder einer hohen Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrastes und/oder der Farbwerte optimiert ist.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FI	Finnland	MN	Mongolei
AU	Australien	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GA	Gabon	MW	Malawi
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IE	Irland	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE*	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
ES	Spanien	ML	Mali		

5

Elektrooptisches System

Die Erfindung betrifft ein elektrooptisches System gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

10 Wichtige Kriterien zur Beurteilung der optischen Eigenschaften elektrooptischer Systeme sind die erzielten Werte für

- Kontrast
- Helligkeit
- 15 - Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes
- Blickwinkelabhängigkeit der Farbwerte.

Anfangs wurden TN-Displays (twisted nematic) im s.g. Maugin-Bereich ($d \cdot \Delta n \gg \lambda$) betrieben, wie dies z.B. in IEEE-Transaction und Electron Devices, 25 (1978), 1125-1137, angegeben ist. In diesem Bereich folgt der Polarisationsvektor des einfallenden Lichtes im sichtbaren Spektralbereich der Schraubenstruktur der nicht angesteuerten Zelle, unabhängig von Dickenschwankungen in der Zelle. Derartige Displays weisen jedoch eine äußerst hohe Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes und damit einen stark eingeschränkten Beobachtungswinkelbereich auf.

30

Eine entscheidende Verbesserung der Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes wird beobachtet, wenn das System für das Produkt aus Doppelbrechung Δn und Schichtdicke d des Flüssigkristalls einen Wert aus dem in DE 30 22 218 angegebenen Intervall $0,150 \mu\text{m} \leq d \cdot \Delta n \leq 0,600 \mu\text{m}$ aufweist. Nachteilig ist, daß im Sub-Maugin-Bereich nach Electronics Letters, 10 (1974), 2-4, ein von Zelldicke und Wellenlänge abhängiges Sperrverhalten resultiert, wodurch eine gewisse Aufhellung des spannungsfreien Zustands resultieren kann.

10

In US 4,443,065 ist eine Doppelzellanordnung vorgeschlagen worden, wobei eine Zelle elektrisch angesteuert wird und zur Informationsdarstellung benutzt wird, während die andere zur Kompensation des optischen Gangunterschiedes $d \cdot \Delta n$ der geschalteten Zelle dient. Derartige Anordnungen weisen jedoch häufig infolge der zusätzlichen Flüssigkristallschicht unzureichende Werte für den Kontrast und die Helligkeit auf.

15

Bei elektrooptischen Systemen, die auf dem ECB- (Electrically Controlled Birefringence) oder DAP-Effekt (Distortion of Aligned Phases) beruhen, weisen die Flüssigkristallmoleküle eine negative dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$, eine homeotrope Randorientierung und eine unverdrillte Struktur auf, wie dies z.B. in Displays 7 (1986), 3, beschrieben ist. Zur Vergrößerung des Beobachtungswinkelsbereichs sind Kompensations-

25 schichten vorgeschlagen worden, die auf Polymerfolien (EP 0,239,433 und EP 0,240,379) oder Flüssigkristallschichten (DE 39,11,620) mit negativer optischer Anisotropie basieren. Die elektrooptischen Eigenschaften derartiger kompensierter

30 ECB-Systeme werden häufig durch nicht ausreichende Werte für Kontrast und Helligkeit beeinträchtigt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung bestand daher darin, elektrooptische Systeme, basierend auf dem TN- oder ECB-Effekt und enthaltend eine oder mehrere Kompensationsschichten, bereitzustellen, die sich durch verbesserte elektrooptische Eigenschaften und insbesondere hohe Werte für Kontrast und/oder Helligkeit und/oder Blickwinkelabhängigkeit von Kontrast und/oder der Farbwerte auszeichnen.

Es wurde gefunden, daß diese Aufgabe durch die Bereitstellung der erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme gelöst werden kann.

Gegenstand der Erfindung sind somit elektrooptische Systeme, enthaltend

- 15 - eine verdrillte nematische Flüssigkristallschicht zwischen 2 Substraten, deren Innenseiten mit Elektroden-schichten und darüberliegenden Orientierungsschichten versehen sind, wobei der Flüssigkristall eine parallele Randorientierung und einen Verdrillungswinkel $0 \leq \beta \leq 100^\circ$ und insbesondere $0 < \beta < 90^\circ$ oder eine homöotrope Randorientierung aufweist,
- 20 - eine oder mehrere Schichten zur Kompensation des optischen Gangunterschiedes der Flüssigkristallschicht $d \cdot \Delta n$, und
- 25 - mindestens eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichtes in einer derartigen Anordnung, daß das Licht vor
30 Eintritt in die Flüssigkristallschicht und nach Austritt

aus dieser mindestens je einmal eine Polarisationsvorrichtung passiert, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung eines hohen Kontrastes und/oder einer hohen Helligkeit und/oder einer hohen Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrastes und/oder der Farbwerte der Winkel ψ , den die Polarisationsvorrichtung auf der Eingangsseite mit der Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle auf der ersten Substratoberfläche bildet, den Bedingungen (1) oder (2) genügt, wenn sich auf der Eingangs- und Ausgangsseite je eine Polarisationsvorrichtung befindet,

$$\psi = (\beta + 90^\circ) / 2 \pm 10^\circ \quad (1)$$

$$\psi = \beta / 2 \pm 10^\circ \quad (2)$$

wobei der Polarisator auf der Ausgangsseite gegenüber dem Polarisator auf der Eingangsseite um $90^\circ \pm 10^\circ$ verdreht ist und die Orientierung der Polarisatoren auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite auch vertauscht sein können,

oder den Bedingungen (3) oder (4) genügt, wenn nur eine Polarisationsvorrichtung auf der Eingangsseite vorhanden ist

$$30^\circ \leq \psi \leq 70^\circ \quad \text{für} \quad 0 \leq \beta \leq 45^\circ \quad (3)$$

$$35^\circ \leq \psi \leq 90^\circ \quad \text{für} \quad 45^\circ < \beta \leq 100^\circ \quad (4)$$

Durch die in den Gleichungen (1) und (2) verwendete Schreibweise soll angedeutet werden, daß Abweichungen von bis zu $\pm 10^\circ$ von dem durch die Gleichungen

$$\psi = (\beta + 90^\circ) / 2$$

$$\psi = \beta / 2$$

gegebenen Winkel ψ möglich sind. Die Abweichungen von den optimalen Winkeln $\psi = (\beta + 90^\circ)/2$ bzw. $\psi = \beta/2$ sind jedoch vorzugsweise nicht größer als $\pm 7,5^\circ$ und insbesondere kleiner als $\pm 5^\circ$.

5

Bei Anordnungen mit je einer Polarisationsvorrichtung auf der Eingangs- und auf der Ausgangsseite ist der Polarisator auf der Ausgangsseite gegenüber dem Polarisator auf der Eingangsseite um $90^\circ \pm 10^\circ$ gedreht, wobei durch diese Schreibweise wieder zum Ausdruck gebracht wird, daß von dem optimalen Winkel von 90° Abweichungen von bis zu $\pm 10^\circ$ möglich sind. Die Abweichungen von der optimalen Verdrehung des hinteren Polarisators sind jedoch vorzugsweise nicht größer als $\pm 7,5^\circ$ und insbesondere kleiner als $\pm 5^\circ$.

15

Die Orientierungen des vorderen und hinteren Polarisators können auch vertauscht sein; d.h. mit anderen Worten, wenn durch ψ die Orientierung des Polarisators auf der Eingangsseite und durch ψ' die Orientierung des Polarisators auf der Ausgangsseite gegeben ist, kann in einer anderen Anordnung die Orientierung des Polarisators auf der Eingangsseite durch ψ' und die des Polarisators auf der Ausgangsseite durch ψ gegeben sein. Sowohl die durch die Gleichungen (1) und (2) beschriebenen Anordnungen als auch die durch Vertauschung der Polarisatororientierungen gegebenen Anordnungen sind bevorzugt.

Die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme enthalten eine ansteuerbare Flüssigkristallschicht, die zwischen planparallelen, durchsichtigen Substraten angeordnet ist, deren Innen-

30

seiten mit Elektrodenschichten und darüberliegenden Orientierungsschichten versehen sind. Die Elektroden bestehen z.B. aus dünnen, ebenen und transparenten Indium-Zinnoxid- (ITO) oder Indiumoxidschichten. Zur Randorientierung der Flüssigkristalle werden im allgemeinen Polymerschichten, z.B. Polyimid- oder Polyvinylalkohol-Schichten, verwendet, denen durch Reiben, gegebenenfalls bei gleichzeitiger Druckanwendung, eine einheitliche Ausrichtung gegeben wird. Daneben können Orientierungsschichten auch durch Bedampfung mit anorganischen Materialien wie z.B. Siliciumoxid oder Magnesiumfluorid erhalten werden. Eine Übersicht über die verschiedenen Ausrichtungstechniken findet sich z.B. in Thermotropic Liquid Crystals, G.W. Gray (ed.), S. 75-77. Wenn die Flüssigkristallschicht nach dem TN-Prinzip betrieben wird, weisen die Flüssigkristalle eine parallele Randorientierung, üblicherweise mit einem kleinen Pretiltwinkel in der Größenordnung von z.B. 1° bis 10° auf. Beruht die Flüssigkristallschicht dagegen auf dem ECB-Prinzip, liegt eine homöotrope Randorientierung der Flüssigkristallmoleküle vor, wobei die Moleküle üblicherweise mit einem kleinen Pretiltwinkel von z.B. $0,5-5^\circ$ gegen die Senkrechte gekippt sind. In TN-Flüssigkristallschichten wird der Twistwinkel, der zwischen 0° und 100° und insbesondere zwischen 0° und 90° beträgt, üblicherweise durch die Ausrichtung der Orientierungsschichten definiert. Es ist aber auch möglich, daß der Twistwinkel β durch einen cholesterischen Pitch des Flüssigkristalls gegeben ist. Auch wenn der Twistwinkel nicht über den Pitch des Flüssigkristalls eingestellt wird, wird im allgemeinen ein chiraler Dotierstoff in geringen Konzentrationen zur Vermeidung von Reverse-Twist und Reverse-Tilt zugegeben, wie dies z.B. in DE 25 07 524 beschrieben ist.

In herkömmlichen ECB-Flüssigkristallschichten liegen die Flüssigkristallmoleküle im wesentlichen unverdrillt vor. Demgegenüber kann bei den erfindungsgemäßen elektrooptischen Systemen die ECB-Flüssigkristallschicht eine Verdrillung $0^\circ < \beta \leq 90^\circ$ aufweisen, wobei der Verdrillungswinkel β durch die Ausrichtung der Orientierungsschichten und/oder durch den cholesterischen Pitch des Flüssigkristalls definiert sein kann. ECB-Flüssigkristallschichten mit verdrillter Struktur sind ebenso wie elektrooptische Systeme, enthaltend eine derartige ECB-Flüssigkristallschicht, neu und bevorzugt und sie sind Gegenstand dieser Erfindung.

Die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme können neben dieser Flüssigkristallschicht eine oder mehrere, vorzugsweise nicht mehr als 2 und insbesondere eine Kompensationsschicht enthalten. Die Kompensationsschichten können auf niedermolekularen Flüssigkristallen, flüssigkristallinen Polymeren oder thermoplastischen Polymeren basieren, die z.B. zweidimensional verstreckt und damit optisch einachsigt gemacht werden.

Die Verwendung von Kompensationsschichten basiert auf einem wohlbekannten physikalischen Prinzip, das z.B. auch im Babinet-Soleil-Kompensator realisiert ist. Man kombiniert z.B. zwei optisch einachsige Medien, die im wesentlichen den gleichen optischen Gangunterschied $d \cdot \Delta n$ aufweisen, wobei jedoch die optischen Achsen beider Medien aufeinander senkrecht stehen. Linearpolarisiertes Licht, dessen Polarisationsrichtung nicht in Richtung der optischen Achse zeigt, wird im ersten Medium in einen ordentlichen und in einen außerordentlichen Strahl aufgespalten. Da die optischen Achsen der beiden Medien senkrecht aufeinander stehen, läuft der ordentliche Strahl des ersten Mediums im zweiten Medium als außerordentlicher Strahl und umgekehrt. Die optische

Wegdifferenz im ersten Medium beträgt $d \cdot (n_e - n_o)$, im zweiten Medium hingegen $d \cdot (n_o - n_e)$, so daß die Gesamtdifferenz 0 ist und daß aus den beiden optischen einachsigen Medien bestehende System keine Doppelbrechung aufweist. Diese Überlegungen können entsprechend auf Systeme mit mehreren Kompensationsschichten oder andere z.B. optisch biaxiale Medien übertragen werden.

Erfindungsgemäße elektrooptische Systeme mit TN-Flüssigkristallschicht können z.B. eine oder mehrere, insbesondere jedoch eine Kompensationsschicht enthalten, die auf niedermolekularen nematischen Flüssigkristallschichten basiert. Die Indikatrix nematischer Flüssigkristallmoleküle ist ein dreiachsiger Ellipsoid, wobei der zur Molekülangachse gehörige Brechungsindex groß gegen die beiden anderen ist.

Auf nematischen Flüssigkristallen basierende Kompensationsschichten sind bereits für TN-Zellen und insbesondere auch STN-Zellen vorgeschlagen worden; nähere Angaben finden sich z.B. US 4,435,065, EP 0,139,351, K. Katoh et al., Jap. J. Appl. Phys. 26 (1987), L 1784 und SID Digest Vol. 20, 1989, papers 22.3-22.6.

Die flüssigkristalline Kompensationsschicht ist ebenso wie die zur Informationsdarstellung dienende Flüssigkristallschicht zwischen planparallelen, mit Orientierungsschichten versehenen Substraten angeordnet. Da im allgemeinen auf eine Ansteuerung der Kompensationsschicht verzichtet wird, sind üblicherweise keine Elektrodenschichten vorhanden; es sind jedoch auch Ausgestaltungen mit Elektrodenschichten möglich. Vorzugsweise wird zur Erhöhung der Transmission ein der

Flüssigkristallschicht und der flüssigkristallinen Kompensationsschicht gemeinsames mittleres Substrat verwendet. Es können jedoch auch zwei getrennte mittlere Substrate benutzt werden. Der Flüssigkristall in der Kompensationsschicht liegt
5 vorzugsweise in einer verdrillten Struktur vor, wobei der durch die Ausrichtung der Orientierungsschichten und/oder durch den cholesterischen Pitch des Flüssigkristalls gegebene Verdrillungswinkel insbesondere gegensinnig zum Verdrillungswinkel β der Flüssigkristallschicht ist. Die Absolutbeträge
10 der Verdrillungswinkel werden vorzugsweise im wesentlichen gleich groß gewählt; allerdings sind auch größere Abweichungen möglich. Der Winkel zwischen den Ausrichtungen der Orientierungsschichten der Flüssigkristallmoleküle an den beiden
15 Seiten des der flüssigkristallinen Kompensationsschicht und der Flüssigkristallschicht gemeinsamen mittleren Substrats bzw. an dem unteren Substrat der oberen und dem oberen Substrat der unteren Schicht beträgt zwischen 30° und 150° , vorzugsweise jedoch zwischen 50° und 130° und insbesondere im wesentlichen 90° .

20 Erfindungsgemäße elektrooptische Systeme mit einer TN-Flüssigkristallschicht können auch eine oder mehrere, insbesondere jedoch eine Kompensationsschicht aufweisen, die auf einem flüssigkristallinen Polymer basiert. Derartige Kompensationsschichten sind ausführlich in DE 39 19 397 beschrieben.
25

Erfindungsgemäße elektrooptische Systeme mit einer TN-Flüssigkristallschicht können weitere vorzugsweise auch eine
30 oder mehrere, insbesondere jedoch eine Kompensationsschicht aufweisen, die auf einem optisch negativen Medium mit 3 optischen Brechungsindices basieren.

Die dem kleinsten Brechungsindex entsprechende optische Achse kann in einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Systeme im wesentlichen parallel zu den Elektrodenoberflächen orientiert sein, wobei der Winkel zwischen der dem kleinsten Brechungsindex entsprechenden optischen Achse und der Elektrodenoberfläche $0 \leq \tau \leq 2^\circ$ beträgt. In einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Systeme bildet die dem kleinsten Brechungsindex entsprechende elektrooptische Achse mit der Elektrodenoberfläche einen Winkel $2^\circ < \tau \leq 60^\circ$, u.z. der Gestalt, daß der Winkel zwischen den optischen Achsen der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht und der Kompensationsschicht beim Anlegen und Hochfahren einer Spannung an die ansteuerbare Flüssigkristallschicht ein Minimum durchläuft. Besonders bevorzugt ist für τ der Bereich $5^\circ \leq \tau \leq 45^\circ$ und ganz besonders der Bereich $5^\circ \leq \tau \leq 25^\circ$. Die von den beiden anderen Brechungsindices des Kompensationsmediums aufgespannte Ebene bildet mit den Direktoren der Flüssigkristallmoleküle der TN-Schicht an den beiden Seiten des der Kompensationsschicht und der TN-Flüssigkristallschicht gemeinsamen mittleren Substrates bzw. an dem unteren Substrat der oberen und dem oberen Substrat der unteren Schicht in der Substratebene einen Winkel, der zwischen 30° und 150° , vorzugsweise jedoch zwischen 50° und 130° und insbesondere im wesentlichen 90° beträgt.

25

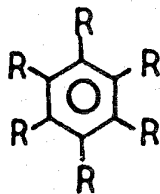
In einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird ein uniaxiales, optisch negatives Kompensationsmedium verwendet, das eine Symmetrieachse aufweist, welche im wesentlichen parallel ist zur außerordentlichen Achse und mit den Substratplatten einen Winkel zwischen $0^\circ \leq \tau \leq 60^\circ$ bildet, wobei τ im Bereich $2^\circ \leq \tau \leq 60^\circ$ orientiert ist wie oben angegeben.

30

Derartige Kompensationsschichten sind neu und bevorzugt und sie sind Gegenstand dieser Erfindung. Die biaxialen bzw. uniaxialen, optisch negativen Kompensationsschichten basieren vorzugsweise auf niedermolekularen diskotischen und/oder cholesterischen Molekülen, wobei dieser im wesentlichen homöotrop orientiert sein können oder aber auch gekippt angeordnet sein können. Zur Orientierung dieser Moleküle, die eine mehr oder weniger flache, zweidimensionale, z.B. scheibchenförmige Gestalt aufweisen, kann die Substratoberfläche z.B. mit Lecitin, quartären Ammoniumverbindungen wie z.B. HTAB (US 3,694,053), Silanverbindungen (Appl. Phys. Lett. 22 (1973), 368), Chromkomplexen (Appl. Phys. Lett. 27 (1975), 268) oder auch mit aus anderen Materialien bestehenden Orientierungsschichten versehen werden. Eine im wesentlichen homöotrope Orientierung bedeutet, daß die Flächennormale der von den beiden größeren Brechungsindices aufgespannten Ebene im wesentlichen parallel zu der Elektrodenoberfläche verläuft oder mit dieser einen kleinen Winkel von z.B. weniger als 2° bildet ("aufrecht stehende Scheiben"), während diese Flächennormale bei einer gekippten Anordnung der Moleküle mit den Elektrodenoberflächen einen Winkel von z.B. 2° - 60° bildet ("gekippte Scheiben"), wobei die Orientierung dieses Winkels dergestalt ist, daß der Winkel zwischen den optischen Achsen der Kompensationsschicht (entspricht der dem kleinsten Brechungsindex entsprechenden Achse bzw. der eben angeführten Flächennormalen) und der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht sich beim Anlegen und Hochfahren einer Spannung an die ansteuerbare Flüssigkristallschicht zunächst verringert, ein Minimum durchläuft (Nulldurchgang) und dann wieder ansteigt. Beispielhaft sei eine Reihe diskotischer flüssigkristalliner Verbindungen genannt, wobei diese Aufzählung die Erfindung lediglich erläutern soll, ohne sie jedoch zu begrenzen:

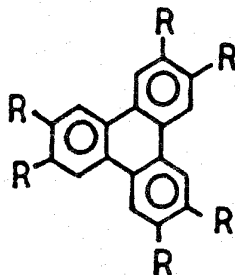
(1) hexasubstituiertes Benzol

5



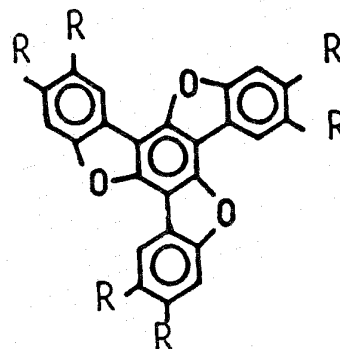
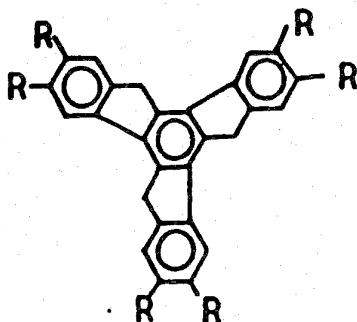
(2) 2, 3, 6, 7, 10, 11-hexasubstituierte Triphenyle

10



(3) 2, 3, 7, 8, 12, 13-hexasubstituierte Truxene bzw. deren oxidierte Homologe

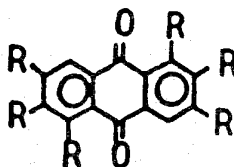
15



20

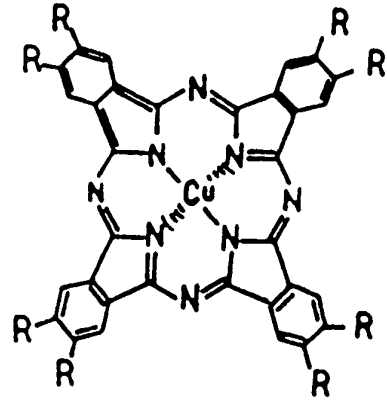
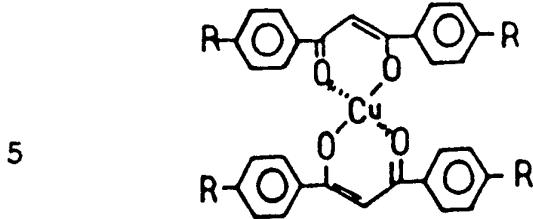
(4) 1, 2, 3, 5, 6, 7-hexasubstituierte Anthrachinone

25

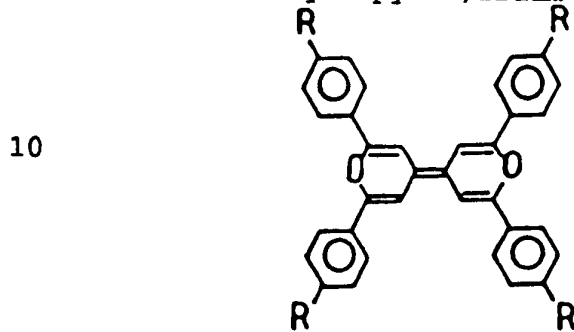


30

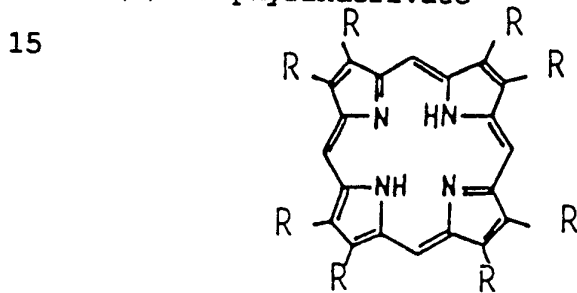
(5) substituierte Cu-Komplexe






(6) Tetraarylbiopyranylidum



(7) Porphyrinderivate



20 worin R jeweils unabhängig voneinander eine Alkylgruppe mit bis zu 30 C-Atomen, worin auch eine oder mehrere CH₂-Gruppen durch -O-, -CO-, -O-CO-, -CO-O-, -C≡C-, -CH=CH-, , , -COO, -O--COO- ersetzt sein können, wobei 2 O-Atome nicht direkt miteinander verknüpft sind.

25

Bevorzugt sind die Verbindungen (1), (2), (3) und (4); insbesondere jedoch die Verbindungen (1), (2) und (3). Besonders bevorzugt sind weiter diskotische Flüssigkristallverbindungen, bei denen in allen Resten R mindestens eine -CH₂-

30 Gruppe durch eine 1,4-Phenylengruppe ersetzt ist.

Diskotische Flüssigkristalle, die eine nematisch diskotische Phase N_D aufweisen, sind bevorzugt. Im Unterschied zur kolumnardiskotischen Phase, bei der die Moleküle zu Säulen zusammengepackt sind, ist die Anordnung der Moleküle in der nematisch diskotischen Phase weniger starr. Die Moleküle können
5 frei rotieren und sie können sich mehr oder weniger frei orientieren, wobei jedoch ihre Ebenen im Mittel parallel zueinander angeordnet sind. Es können auch cholestrisch nematisch diskotische Phasen N_D^* verwendet werden.

10

Eine optisch negative Kompensationsschicht kann auch durch eine Folge von optisch positiven Schichten approximiert werden, wobei sich deren Orientierung von Schicht zu Schicht ändert. Beispielhaft ist in Fig. 17 eine erfindungsgemäße
15 Anordnung schematisch wiedergegeben, bei der die ansteuerbare Flüssigkristallschicht, welche auf einem nematischen Flüssigkristall mit homogener Orientierung ($\alpha = 1^\circ$) und einem Twistwinkel $\beta = 0^\circ$ basiert, mit einer Folge von 8 optisch
20 positiven Kompensationsschichten kombiniert ist. Diese Kompensationsschichten bestehen abwechselnd aus parallel (= homogen oder planar) orientierten ($\alpha = 1^\circ$) nematischen Flüssigkristallschichten ($\beta = 0^\circ$) und homöotrop orientierten Flüssigkristallschichten ($\beta = 0^\circ$), wobei die Direktoren der Flüssigkristallmoleküle an dem unteren Substrat der ansteuerbaren Schicht (bzw. an dem entsprechenden gemeinsamen Substrat) mit den Direktoren der Flüssigkristallmoleküle an dem
25 oberen Substrat (bzw. an dem entsprechenden gemeinsamen Substrat) der benachbarten Kompensationsschicht 1 von II (s. Fig. 17) einen Winkel von etwa 90° bildet. Die Dicke der
30

ansteuerbaren Flüssigkristallschicht in Fig. 17 beträgt $d = 8 \mu\text{m}$. Die Gesamtschichtdicke der Kompensationsschicht und die in der angesteuerten Schicht und in der Kompensationsschicht verwendeten nematischen Flüssigkristalle sind dabei so

5 gewählt, daß die optische Dicke der Kompensationsschicht mit $2 d \cdot \Delta n$ doppelt so groß ist wie die der angesteuerten Flüssigkristallschicht mit $d \cdot \Delta n$. Wird etwa in der angesteuerten Flüssigkristallschicht und in der Kompensationsschicht der gleiche Flüssigkristall verwendet, wird die Gesamt-

10 schichtdicke der Kompensationsschicht zu $2 d = 16 \mu\text{m}$ gewählt; es sind aber auch beliebige andere Kombinationen der Schichtdicke und der Doppelbrechung der Kompensationsschicht möglich. Die Verwendung des gleichen Flüssigkristalls hat den Vorteil, daß die angesteuerte Flüssigkristallschicht und die

15 Kompensationsschicht dieselbe Dispersion und dieselbe Temperaturabhängigkeit von Doppelbrechung und Dispersion aufweisen. Die Anordnung der Fig. 17 befindet sich zwischen 2 Polarisatoren, wobei der Winkel ψ , den der vordere Polarisator mit der Orientierungsrichtung der Direktoren der nematischen Flüssigkristallmoleküle auf der obersten Substratplatte

20 bildet, 45° beträgt. Der hintere Polarisator ist gegenüber dem vorderen um 90° gedreht. In Fig. 18 ist für dieses erfindungsgemäße System die Transmission als Funktion der Doppelbrechung Δn der angesteuerten Flüssigkristallschicht bei einem

25 in der Ebene gemessenen Winkel (Azimutwinkel) $\phi = 135^\circ$ bei Nichtansteuerung des Systems gezeigt. Man sieht, daß das System bis zu einem Beobachtungswinkel θ von etwa 30° ideales Sperrverhalten im gezeigten Δn -Bereich zeigt, während bei Beobachtungswinkeln θ von mehr als 45° eine Transmission bei

30 höheren Δn -Werten von mehr als etwa 0,0735 gefunden wird. Ebenso wurde gefunden, daß die Transmission im nicht angesteuerten Zustand im sichtbaren Spektralbereich praktisch nicht von der Wellenlänge des Lichts abhängt.

Dieses Transmissionsverhalten entspricht dem eines erfindungsgemäßen Systems mit einer optisch negativen Kompensationsschicht aus z.B. diskotischen Molekülen, die so orientiert sind, daß die dem kleinsten Brechungsindex entsprechende Achse im wesentlichen parallel zu den Elektrodenoberflächen ist oder mit diesen einen wie oben definierten Winkel τ bildet.

Die in Fig. 17 gezeigte Kompensationsschicht besteht aus 8 Zellen mit einer Dicke von 2 μm , welche mit dem gleichen Flüssigkristall wie die ansteuerbare Flüssigkristallschicht befüllt sind. Eine derartige Anordnung ist jedoch i.a. wegen der hohen Anzahl der benötigten Substrate und Orientierungsschichten in der Praxis nicht bevorzugt, u.z. zum einen wegen des hohen konstruktiven Aufwands bei der Herstellung des Systems und zum anderen wegen der durch die vielen Glassubstrate und Orientierungsschichten deutlich verminderten Gesamttransmission.

Mit Fig. 17 soll aber nur das Prinzip einer derartigen Kompensationsschicht verdeutlicht werden, und es sind vielfältige Abweichungen möglich. So können z.B. an Stelle der Schichten von monomeren nematischen Flüssigkristallen bzw. in Kombination mit diesen auch Filme aus flüssigkristallinen Polymeren, deren mesogene Gruppen entsprechend orientiert sind, und/oder Filme aus isotropem Polymermaterial, die entsprechend axial verstreckt sind, aufeinander gestapelt werden. Flüssigkristallin-polymere Kompensationsschichten sind weiter unten kurz beschrieben.

Bei der Approximierung einer optisch negativen Kompensationsschicht kommt es darauf an, daß die Kompensationsschicht aus einer Folge optisch positiver Schichten besteht, wobei die optische Achse zweier aufeinanderfolgender Schichten einen Winkel zwischen 60° und 120° und insbesondere 80° und 100° bilden und insbesondere im wesentlichen aufeinander senkrecht stehen. Dabei besteht die Kompensationsschicht vorzugsweise aus mindestens 2 und insbesondere aus nicht weniger als 4 Schichten; ganz besonders bevorzugt sind Kompensationsschichten aus mindestens 8 aufeinanderfolgenden Schichten. Die Kompensationsschichten weisen vorzugsweise eine gerade Anzahl von aufeinanderfolgenden Schichten auf.

Die in den einzelnen Schichten der Kompensationsschicht enthaltenen Flüssigkristallmoleküle bzw. mesogenen Gruppen bei flüssigkristallinen Polymeren können unverdrillt oder verdrillt sein, wobei die Verdrillung vorzugsweise entsprechend der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht gewählt wird.

Die optische Dicke der Kompensationsschicht beträgt vorzugsweise mindestens das 1,5fache und insbesondere mindestens das 1,8fache der optischen Dicke der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht.

25

30

Die Orientierung der auf die ansteuerbare Flüssigkristallschicht folgenden ersten Schicht der Kompensationsschicht ist nicht sehr kritisch. So kann statt der in Fig. 17 gezeigten Konfiguration z.B. auch eine Kompensationsschicht verwendet werden, deren erste Schicht homöotrop oder im wesentlichen homöotrop orientiert ist. Der Winkel, den die Flüssigkristallmoleküle der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht und der benachbarten Schicht der Kompensationsschicht in zu Fig. 17 analogen Anordnungen in der Substratebene miteinander bilden, beträgt vorzugsweise zwischen 30° und 150°, insbesondere zwischen 50° und 130° und ganz besonders im wesentlichen 90° (Fig. 17); bei anderen Anordnungen kann der Fachmann geeignete Orientierungen der parallel orientierten nematischen Moleküle in ansteuerbarer Flüssigkristallschicht und Kompensationsschicht leicht angeben.

Es hat sich gezeigt, daß optisch negative Kompensationsschichten durch einen derartigen Stapel aufeinanderfolgender, optisch positiver Schichten mit unterschiedlich orientierten optischen Achsen hervorragend approximiert werden kann. Bei einer Folge von mindestens 8 optisch positiven Schichten werden die Eigenschaften einer optisch negativen Kompensationsschicht praktisch erreicht und bei Verwendung von mehr Schichten kann manchmal sogar im Vergleich zu einer optisch negativen Kompensationsschicht eine Verbesserung erreicht werden. Derartige aus einem Stapel optisch positiver Schichten bestehende, insgesamt optisch negative Kompensationsschichten sind neu und Gegenstand dieser Erfindung.

30

Als optisch negative Kompensationsschicht besonders bevorzugt sind auch flüssigkristalline Seitenkettenpolymere, die als mesogenen Rest cholesterische und/oder diskotische Gruppen (vgl. z.B. auch DE-PS 34 30 482) aufweisen, die z.B. von den gerade eben angegebenen diskotischen, aber auch anderen cholesterischen oder diskotischen Verbindungen abgeleitet sein können. Weiterhin bevorzugt sind auch flüssigkristalline Seitenkettenpolymere mit brettförmigen mesogenen Gruppen. Eine im wesentlichen homöotrope Orientierung der mesogenen Gruppen wird üblicherweise dadurch erreicht, daß das Polymer oberhalb der Glasstemperatur einem elektrischen und/oder magnetischen Feld und/oder einer mechanischen Spannung ausgesetzt wird. Die solcherart induzierte Orientierung läßt sich einfrieren, indem das Polymer bei eingeschaltetem Feld bzw. unter Beibehaltung der mechanischen Spannung unter die Glasstemperatur abgekühlt wird. Derartige flüssigkristalline Polymere und Verfahren zu ihrer Orientierung sind ausführlich in DE 39 19 397 beschrieben.

In den Fig. 1a und 1b wird für 2 erfindungsgemäße elektrooptische Systeme die Transmission I als Funktion des in der Displayebene gemessenen Winkels \varnothing mit dem von der Normalen der Displayebene aus gemessenen Beobachtungswinkel θ als Parameter verglichen. Dabei basiert die Kompensationsschicht des Systems aus Fig. 1a auf einer nematischen Flüssigkristallschicht und für das System aus Fig. 1b wird eine optisch negative Kompensationsschicht mit homöotroper Orientierung verwendet, wobei der kleinste Brechungsindex $n_{\min} = 1,5000$ beträgt und die beiden anderen gleich groß sind und einen Wert von 1,5356 aufweisen. Die Flüssigkristallschicht weist

in beiden Anordnungen einen Twistwinkel von $\beta = 22,5$ und eine Schichtdicke von $8 \mu\text{m}$ auf und der Pretiltwinkel ist 1° . Es wird je ein Linearpolarisator auf der Eingangs- und Ausgangsseite der Anordnung verwendet mit $\psi = 56,25^\circ$; der hintere

5 Polarisator ist gegenüber dem vorderen um 90° gedreht. Die an die TN-Flüssigkristallschicht gelegte Spannung ist für beide Anordnungen mit $U = 1,15 \text{ V}$ so gewählt, daß bei senkrechter Beobachtung ($\theta = 0^\circ$) für alle Blickwinkel eine Transmission von $0,23$ beobachtet wird. In Fig. 1a und 1b sind für beide

10 Systeme die bei Beobachtungswinkeln von $\theta = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ und 80° ermittelten Transmissionen als Funktion von θ gezeigt. Es werden Abweichungen von der für $\theta = 0^\circ$ ermittelten Transmission, die ja in diesem Diagramm durch einen Kreis um den Ursprung mit einem Radius von $0,23$ dargestellt wird,

15 beobachtet, wobei die Stärke dieser Abweichungen ein Maß für die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes ist.

Durch Vergleich von Fig. 1a und 1b ergibt sich, daß das System mit der neuen, erfindungsgemäßen Kompensationsschicht

20 eine gute Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes zeigt. Die Transmissionsprofile sind zwar etwas stärker elliptisch deformiert als die in Fig. 1a, zeigen jedoch andererseits häufig eine geringere Ausdehnung als die in Fig. 1a.

25 Bei der in Fig. 1b beschriebenen Anordnung ist die dem kleinsten Brechungsindex entsprechende Achse im wesentlichen parallel zu der Elektrodenoberfläche ausgerichtet. Bei dieser Kompensationsmethode erhält man neben der in Fig. 1b gezeigten, guten Blickwinkelabhängigkeit der Transmission ein

30 optimales Sperrverhalten im nichtangesteuerten Zustand.

Es hat sich überraschenderweise gezeigt, daß die Blickwinkel-
abhängigkeit des Kontrastes verbessert werden kann, wenn die
optisch negative Kompensationsschicht eine gekippte Orientie-
rung aufweist, d.h. wenn die dem kleinsten Brechungsindex
5 entsprechende Achse einen Winkel τ mit der Elektrodenober-
fläche bildet. Der Winkel τ liegt vorzugsweise zwischen 2 und
60°, insbesondere zwischen 5 und 45° und ganz besonders
zwischen 5° und 25° und ist vorzugsweise so orientiert, daß
sich der Winkel zwischen dem nematischen Direktor der
10 Flüssigkristallmoleküle der ansteuerbaren Flüssigkristall-
schicht, d.h. der optischen Achse der ansteuerbaren
Flüssigkristallschicht, und der dem kleinsten Brechungsindex
entsprechenden Achse mit zunehmender Spannung zunächst ver-
ringert, um dann nach Durchlaufen eines Minimums (Nulldurch-
15 gang) wieder größer zu werden.

Bei einer derartigen Anordnung der Kompensationsschicht wird
ein optimales Sperrverhalten nicht im spannungslosen Zustand
beobachtet, sondern beim Hochfahren der Spannung unterhalb
20 der Schwellenspannung, wenn der Winkel zwischen den optischen
Achsen der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht und der
Kompensationsschicht minimal ist (Nulldurchgang). Hierdurch
werden die elektrooptischen Eigenschaften derartiger Systeme
jedoch kaum beeinträchtigt. In Fig. 19 ist die Transmission I
25 für ein erfindungsgemäßes System mit einer gekippten, optisch
negativen Kompensationsschicht für eine Wellenlänge $\lambda =$
550 nm und bei einer dem 1,1fachen der Schwellenspannung
entsprechenden Spannung ($U/U_0 = 1.1$) als Funktion des in der
Display-Ebene gemessenen Blickwinkels mit dem von der Norma-
30 len der Displayebene aus gemessene Beobachtungswinkel als
Parameter dargestellt. Die ansteuerbare Flüssigkristall-

schicht dieses Systems weist einen Twistwinkel $\beta = 0^\circ$ und einen Pretilt von $\alpha = 1^\circ$ auf und die Schichtdicke beträgt $8 \mu\text{m}$. Die Kompensationsschicht, deren kleinster Brechungsindex $1,500$ beträgt, während die beiden anderen $1,5527$ sind, besteht aus 8 optisch positiven Schichten von $1 \mu\text{m}$ mit abwechselnd homogener ($\alpha = 1^\circ$) und homöotroper ($\alpha = 89^\circ$) Orientierung. Die dem kleinsten Brechungsindex entsprechende optische Achse bildet mit der Elektrodenoberfläche einen Winkel von etwa 15° u.z. so, daß sich der Winkel zwischen der vorzugsrichtung der nematischen Direktoren und der dem kleinsten Brechungsindex entsprechenden Achse mit zunehmender Spannung zunächst verkleinert, um dann nach Durchlaufen eines Minimums (Nulldurchgang) wieder größer zu werden.

Man erkennt auf Fig. 19 sowie Fig. 20, welche eine Fig. 19 entsprechendes Diagramm für $U/U_0 = 1,3$ zeigt, daß die Transmission für Beobachtungswinkel bis etwa 30° nur wenig von der Transmission bei $\theta = 0^\circ$ abweicht, die in diesem Diagramm als Kreis um den Ursprung mit einem Radius von etwa $0,68$ wiedergegeben ist. Ein Vergleich mit Fig. 1b zeigt, daß die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes durch die gekippte Orientierung der optisch negativen Kompensationsschicht deutlich verbessert wird. In Fig. 21 ist die elektrooptische Kennlinie für das bei Fig. 19 beschriebene System wiedergegeben; man erkennt, daß die elektrooptische Kennlinie praktisch nicht dadurch beeinträchtigt wird, daß der optimale Sperrzustand nicht mit dem spannungslosen Zustand zusammenfällt.

Elektrooptische Systeme, welche eine ansteuerbare nematische Flüssigkristallschicht mit $0^\circ \leq \beta \leq 100^\circ$ und insbesondere $0 \leq \beta \leq 90^\circ$ und eine optisch negative, gekippt orientierte Kompen-

sationsschicht aufweisen, sind neu. Dabei sind solche Systeme bevorzugt, bei denen zusätzlich die Polarisatororientierungen durch die Gleichungen (1) uoder (2) bzw. (3) oder (4) gegeben sind.

5

Diese Systeme sind durch ausgezeichnete Eigenschaften gekennzeichnet und sie sind Gegenstand der vorliegenden Erfindung. Das bei Fig. 19 beschriebene spezielle System soll diese Erfindung lediglich erläutern, ohne sie jedoch zu begrenzen.

10

Entsprechende Ergebnisse wurden auch für Systeme mit verdrehter nematischer ansteuerbarer Flüssigkristallschicht erhalten. Die Kompensationsschicht kann auf scheibenförmigen Molekülen wie z.B. Diskoten beruhen oder auf anderen biaxialen bzw. uniaxialen, optisch negativen Kompensationsschichten. Weiterhin ist es insbesondere auch möglich, daß die Kompensationsschicht durch einen der oben beschriebenen Stapel optisch positiver Schichten mit unterschiedlicher Orientierung approximiert wird.

20

Weiterhin können erfindungsgemäße elektrooptische Systeme mit einer TN-Flüssigkristallschicht auch eine oder mehrere, insbesondere jedoch eine Kompensationsschicht aufweisen, die auf einen thermoplastischen Polymermaterial, z.B. auf der Basis von Polycarbonat, Polyvinylalkohol oder Polyethylenterephthalat basieren und axial mit der gewünschten Orientierung ausgerichtet werden; derartige Filme sind z.B. in EP 0,315,484 angegeben.

25

30

Wenn der Twistwinkel der TN-Flüssigkristallschicht klein ist und insbesondere $\beta \leq 60^\circ$ ist, kann bei den erfindungsgemäßen elektrooptischen Systemen die Kompensationsschicht auch weggelassen werden. Besonders günstige elektrooptische Eigen-

schaften zeigen elektrooptische Systeme ohne Kompensations-
schicht, wenn der Twistwinkel der TN-Flüssigkristallschicht β
 $\leq 45^\circ$, insbesondere $15^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ und ganz besonders $\beta = 22,5^\circ$
beträgt. Derartige Systeme, die als unkompenzierte LTN-Sy-
5 steme bezeichnet werden (low twisted nematic) sind neu,
bevorzugt und Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäße elektrooptische Systeme mit einer ECB-
Flüssigkristallschicht weisen eine oder mehrere Kompensa-
10 tionsschichten, insbesondere jedoch eine Kompensationsschicht
auf, welche auf thermoplastischen Polymeren, niedermolekula-
ren Flüssigkristallen und/oder flüssigkristallinen Polymeren
basiert. Derartige Kompensationsschichten sind in der Litea-
tur ausführlich beschrieben (z.B. DE 39 11 620, DE 39 19 397,
15 EP 0,240,379 und EP 0,239,433).

Die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme weisen weiter
mindestens eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichts
in einer derartigen Anordnung auf, daß das Licht vor Eintritt
20 in die Flüssigkristallschicht und nach Austritt aus dieser
mindestens einmal einen Linearpolarisator passiert. Häufig
befindet sich auf beiden Seiten des Displays je ein Linearpo-
larisator; diese bestehen üblicherweise aus Folien, die auf
die Substratplatten aufgeklebt werden. Eine derartige Anord-
25 nung kann transmissiv oder auch reflektiv bzw. transflektiv
betrieben werden; bei reflektiven bzw. transflektiven Systeme-
men ist hinter dem der Lichtquelle abgewandten Polarisator

30

ein Reflektor bzw. ein Reflektor und eine zusätzliche
Beleuchtungseinrichtung angebracht (s. z.B. E. Kaneko, Liquid
Crystal TV Display, KTK Scientific Publishers, Tokio, 1987,
S. 25 und S. 30). In anderen, bevorzugten Ausgestaltungen der
5 erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme wird dagegen nur
eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichts benutzt.
Ein Beispiel ist die in Fig. 2 gezeigte reflektive Vorrich-
tung, bei der das in die Zelle ein- bzw. aus ihr austretende
Licht das als Polarisator verwendete McNeil-Prisma als eine
10 Kombination von 2 zueinander um 90° gedrehten Polarisatoren
sieht. Eine derartige reflektive Anordnung ist z.B. insbeson-
dere für Projektionsdisplays interessant.

Der bisher beschriebene Aufbau der erfindungsgemäßen elektro-
15 optischen Systeme orientiert sich im wesentlichen an der für
derartige Systeme üblichen Bauweise. Der Begriff übliche
Bauweise ist hierbei weit gefaßt und umschließt alle hier
nicht explizit genannten Abwandlungen und Modifikationen. Wo
im bisher beschriebenen Aufbau der erfindungsgemäßen elektro-
20 optischen Systeme neue und erfinderische Elemente oder
wesentliche konstruktive Abweichungen angeführt sind, sind
diese explizit als zum Gegenstand der Erfindung gehörig
gekennzeichnet.

25 Ein ganz wesentlicher Unterschied der erfindungsgemäßen
elektrooptischen Systeme besteht jedoch darin, daß zur Errei-
chung eines hohen Kontrastes und/oder einer hohen Helligkeit
und/oder einer hohen Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrasts
und/oder der Farbwerte der Winkel ψ , den die Polarisations-

30

vorrichtung auf der der Lichtquelle zugewandten Seite mit der Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle auf der Substratoberfläche bildet, optimiert ist. Dabei gilt für ψ , wenn sich auf der Eingangs- und Ausgangsseite je eine Polarisationsvorrichtung befindet

$$\psi = (\beta + 90^\circ) / 2 \pm 10^\circ \quad (1)$$

$$\psi = \beta / 2 \pm 10^\circ \quad (2)$$

wobei der Polarisator auf der Ausgangsseite gegenüber dem Polarisator auf der Eingangsseite um $90^\circ \pm 10^\circ$ verdreht ist und die Orientierungen der Polarisatoren auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite auch vertauscht sein können, oder, wenn nur eine Polarisationsvorrichtung auf der Eingangsseite vorhanden ist

$$30^\circ \leq \psi \leq 70^\circ \text{ für } 0 \leq \beta \leq 45^\circ \quad (3)$$

$$35^\circ \leq \psi \leq 90^\circ \text{ für } 45^\circ < \beta \leq 100^\circ \quad (4)$$

In Fig. 3 ist für ein nicht kompensiertes elektrooptisches System mit einer TN-Flüssigkristallschicht, die einen Verdrehungswinkel $\beta = 22,5^\circ$ und eine Schichtdicke von $8 \mu\text{m}$ aufweist, die Transmission bzw. die Helligkeit im nicht angesteuerten Zustand für eine Wellenlänge von $\lambda = 550 \text{ nm}$ und für $\Theta = 0^\circ$ und $\varnothing = 0^\circ$ als Funktion der Doppelbrechung Δn der nematischen Flüssigkristallschicht mit ψ als Parameter aufgetragen. Es wird eine nicht kompensierte TN-Zelle betrachtet, da die Transmission für eine eine Kompensationsschicht aufweisende TN-Zelle bei gekreuzten Polarisatoren im nicht angesteuerten Zustand unabhängig von der optischen Anisotropie Δn minimal ist und die Transmission eines kompensierten Systems wesentlich von der Transmission der nichtangesteuerten Kompensationsschicht abhängt.

Das System weist 2 Polarisationsvorrichtungen auf, wobei der hintere Polarisator gegenüber dem vorderen um 90° gedreht ist. Die Transmission oder die Helligkeit hängt sehr stark von der Polarisatorstellung ab und ist für

5

$$\psi_{\text{Opt.}} = (\beta + 90^\circ)/2 = (22,5^\circ + 90^\circ)/2 = 56,25^\circ$$

optimal. Geringere Abweichung des tatsächlich eingestellten Winkels ψ von dem optimalen Wert können toleriert werden. So beobachtet man z.B. für $\psi = 52,5^\circ$ eine gegenüber dem optimalen Wert $\psi_{\text{Opt.}}$ etwa um 2 % verringerte Transmission.

10

Demgegenüber wird für $\psi = 45^\circ$ eine Transmission gefunden, die um mehr als 13 % kleiner ist als die optimale. Die Abweichung des tatsächlich eingestellten Winkels ψ von dem durch die obige Gleichung gegebenen optimalen Wert sollte i.a. $\pm 10^\circ$ und vorzugsweise 10 % nicht überschreiten und insbesondere < 7,5 % und ganz besonders < 5 % sein.

15

Wenn nur eine Polarisationsvorrichtung vorhanden ist, ist die optimale Polarisations-Konfiguration durch die Bedingungen (3) und (4) gegeben. Diese elektrooptischen Systeme enthalten vorzugsweise Flüssigkristalle mit einer Doppelbrechung $0,035 \leq \Delta n \leq 0,010$ und die Schichtdicke der Flüssigkristallschicht und der Kompensationsschicht beträgt vorzugsweise $3 \mu\text{m} \leq d \leq 7 \mu\text{m}$. Ganz besonders bevorzugt sind erfindungsgemäße elektrooptische Systeme mit den folgenden Parameterkombinationen:

20

25

Parameter- kombination	β	$d/\mu\text{m}$	Δn	ψ
1	$15 \leq \beta \leq 30$	$3,5 \leq d \leq 5$	$0,035 \leq \Delta n \leq 0,065$	$40 \leq \psi \leq 65$
2	$40 \leq \beta \leq 45$	$3,5 \leq d \leq 5$	$0,035 \leq \Delta n \leq 0,065$	$45 \leq \psi \leq 65$
3	$80 \leq \beta \leq 90$	$3,5 \leq d \leq 5$	$0,035 \leq \Delta n \leq 0,065$	$55 \leq \psi \leq 90$

30

Die Flüssigkristallschicht und die Kompensationsschicht weisen vorzugsweise im wesentlichen die gleichen Werte für die Doppelbrechung und die Schichtdicke auf. Ganz besonders bevorzugt sind elektrooptische Systeme mit $d = 4 \mu\text{m}$, $0,045 \leq \Delta n \leq 0,055$ und $\beta = 22,5^\circ$, $45^\circ \leq \psi \leq 60^\circ$ oder $\beta = 45^\circ$, $50^\circ \leq \psi \leq 60$ oder $\beta = 80^\circ$, $60^\circ \leq \psi \leq 85^\circ$.

Im folgenden werden erfindungsgemäße Systeme mit 2 Polarisationsvorrichtungen für die ψ durch die Gleichungen (1) bzw. (2) gegeben ist, detailliert beschrieben.

In Fig. 4a wird die Transmission I für eine Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$ als Funktion des in der Displayebene gemessenen Blickwinkels \varnothing mit dem von der Normalen der Displayebene aus gemessenen Beobachtungswinkel Θ als Parameter für ein herkömmliches TN-Display und ein elektrooptisches System gemäß der vorliegenden Erfindung mit optisch positiver Kompensationsschicht vergleichend dargestellt. Das herkömmliche TN-System weist einen Twistwinkel von 90° auf und wird im 1. Transmissionsminimum betrieben; die Schichtdicke der TN-Flüssigkristallschicht beträgt $8 \mu\text{m}$ und der Pretiltwinkel ist 1° .

Es werden 2 parallel angeordnete Polarisationsfolien verwendet, so daß das Display im nicht angesteuerten Zustand transparent ist. Die Konfiguration des elektrooptischen Systems gemäß der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 5 gezeigt. Der Twistwinkel der zur Informationsdarstellung benutzten TN-Flüssigkristallschicht beträgt $\beta = 22,5^\circ$. Als Kompensationsschicht wird eine weitere TN-Schicht mit einem Twistwinkel

von $\beta' = -22,5^\circ$ benutzt. Der Winkel ψ , den der vordere Polarisator mit der Orientierungsrichtung der Direktoren der Flüssigkristallmoleküle auf der obersten Substratplatte ($\hat{=}$ Y-Achse) bildet, beträgt $56,25^\circ$. Der hintere Polarisator ist gegenüber dem vorderen um 90° gedreht. Die Dicke der zur Informationsdarstellung benutzten TN-Schicht beträgt $8 \mu\text{m}$ und der Pretiltwinkel ist 1° .

Die an die herkömmlichen TN-Zelle bzw. das erfindungsgemäße System angelegten Spannungen sind mit $U/U_0 = 1,1$ bzw. $U/U_0 = 1,15$ so gewählt, daß bei senkrechter Beobachtung ($\Theta = 0$), für alle Blickwinkel \varnothing eine Transmission von $0,23$ beobachtet wird. In Fig. 4a sind für beide Zellen, die bei Beobachtungswinkeln von $\Theta = 10^\circ$ bzw. 45° ermittelten Transmissionen als Funktion von \varnothing gezeigt. Es werden Abweichungen von der für $\Theta = 0$ ermittelten Transmission, die ja in diesem Diagramm durch einen Kreis um den Ursprung mit einem Radius von $0,23$ dargestellt wird, beobachtet. Da die Stärke dieser Abweichungen ein Maß für die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes ist, kann aus Fig. 4a abgelesen werden, daß die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme eine gegenüber herkömmlichen TN-Zellen verbesserte Winkelabhängigkeit des Kontrastes aufweisen.

In Fig. 4b ist die Abhängigkeit der Transmission vom Blickwinkel \varnothing für die bei Fig. 4a beschriebenen Zellen für 2 verschiedene Beobachtungswinkel $\Theta = 10^\circ$ und 45° als Parameter wiedergegeben, wobei die an die herkömmliche TN-Zelle bzw. an das erfindungsgemäße elektrooptische System angelegten Spannungen mit $U/U_0 = 1,18$ bzw. $1,3$ so gewählt sind, daß bei senkrechter Beobachtung ($\Theta = 0^\circ$) für alle Beobachtungswinkel

\emptyset eine Transmission von 0,45 resultiert. Auch hier zeigt sich, daß die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme eine geringer Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes aufweisen als herkömmliche TN-Zellen.

5

In Fig. 6 und 7 ist die Transmission als Funktion des Blickwinkels \emptyset mit Θ als Parameter für die bei Fig. 4a beschriebenen Zellen für 2 verschiedene Wellenlängen $\lambda = 450$ nm und $\lambda = 650$ nm gezeigt, wobei die an den beiden Zellen anliegenden Spannungen mit $U/U_0 = 1,18$ 1,3 so gewählt sind, daß bei

10 senkrechter Beobachtung ($\Theta = 0^\circ$) für alle Beobachtungswinkel \emptyset für Licht von $\lambda = 550$ nm eine Transmission von 0,45 resultiert. Ein Vergleich der für die beiden Zellen erhaltenen Transmissionslinien zeigt, daß die erfindungsgemäße Anordnung

15 für $\lambda = 650$ nm eine deutlich geringere Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes zeigt, während für $\lambda = 450$ nm für $\Theta = 10^\circ$ eine schlechtere und für $\Theta = 45^\circ$ eine bessere Transmissionslinie beobachtet wird. Insgesamt sind die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme somit auch durch eine bessere

20 Blickwinkelabhängigkeit der Farbwerte gekennzeichnet.

Die Abhängigkeit der Transmission I und/oder Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes von der Wellenlänge des Lichtes kann dadurch vermindert oder sogar weitgehend kompensiert

25 werden, daß zur Beleuchtung des Systems eine Lampe mit geeigneter Spektralverteilung verwendet wird. Die Spektralverteilung des von der Lampe emittierten Lichts kann z.B. durch geeignete Wahl der Phosphore beeinflusst und an die Wellenlängenabhängigkeit der Transmission angepaßt werden, wobei

30 die Intensität des Lampenlichts etwa in Wellenlängenbereichen, in denen das System eine hohe Transmission zeigt,

geschwächt wird und umgekehrt. Erfindungsgemäße elektrooptische Systeme, für die die Lampe eine solche Spektralverteilung aufweist, daß die Abhängigkeit der Transmission und/oder der Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes möglichst gering ist, sind bevorzugt und Gegenstand dieser Erfindung.

In den Fig. 8a und 8b ist die Blickwinkelabhängigkeit der Transmission bei einer Wellenlänge $\lambda = 550$ nm für 2 verschiedene Zellen gezeigt, die im wesentlichen den bei Fig. 4a beschriebenen Zellen entsprechen; die herkömmliche Zelle ist jedoch zusätzlich mit einer auf einem nematischen Flüssigkristall basierenden Kompensationsschicht mit $\beta' = -90^\circ$ versehen.

In Fig. 8a sind die an die herkömmliche Zelle bzw. die erfindungsgemäße Zelle gelegten Spannungen mit $U/U_0 = 1,1$ bzw. $1,15$ so gewählt, daß für $\Theta = 0^\circ$ eine Transmission von $0,23$ für alle \varnothing resultiert; in Fig. 8b sind die Spannungen zu $U/U_0 = 1,2$ und $1,3$ gewählt, wodurch für $\Theta = 0^\circ$ eine Transmission von $0,45$ erhalten wird. Ein Vergleich der Transmissionslinien in den Fig. 8a und 8b zeigt, daß die erfindungsgemäßen Systeme auch gegenüber kompensierten herkömmlichen Systemen eine deutlich bessere Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes aufweisen.

In Fig. 9 ist die Abhängigkeit der Transmission bei einer Wellenlänge von $\lambda = 589$ nm von der Polarisatorstellung für ein erfindungsgemäßes elektrooptisches System mit einer ECB-Flüssigkristallschicht gezeigt. Die ECB-Flüssigkristallschicht ist der Lichtquelle zugewendet und weist einen

Twistwinkel von $22,5^\circ$ und einen optischen Gangunterschied von $d \cdot \Delta n = 1,0 \mu\text{m}$ auf. Als Kompensationsschicht wird z.B. eine nach dem in EP 0,240,379 beschriebenen Verfahren hergestellte einachsige, optisch negative Polymerfolie verwendet. Die
5 untersuchten Polarisatorstellungen sind in Fig. 10 gezeigt und mit a1-a4 bezeichnet. Herkömmliche, unverdrillte ECB-Displays weisen üblicherweise die Polarisatorkonfiguration a1 bzw. a3 auf, während die Konfigurationen a2 bzw. a4 durch Gleichung (2) gegeben sind und bei den erfindungsgemäßen
10 Systemen verwendet werden. In Fig. 9 ist die Transmission als Funktion der Spannung für die verschiedenen Polarisatorkonfigurationen gezeigt. Daraus ergibt sich, daß die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme mit einer optimierten Polarisatorkonfiguration eine deutlich höhere Transmisson aufwei-
15 sen als Systeme mit herkömmlicher Orientierung der Polarisatoren. Dagegen spielt eine Vertrauschung der Orientierung von Analysator und Polarisator kaum eine Rolle, wie ein Vergleich der elektrooptischen Kennlinien a1 und a3 bzw. a2 und a4 zeigt.

20 Ein noch wesentlicher stärkerer Unterschied in der Transmission wird beobachtet, wenn ein elektrooptisches System mit einer einen Verdrillungswinkel von 90° aufweisenden ECB-Flüssigkristallschicht und einer Kompensationsschicht zum
25 einen mit herkömmlicher und zum anderen mit verbesserter Polarisatorkonfiguration betrieben wirrd (Fig. 11). Die verwendete Polarisatoranordnung sind in Fig. 12 zusammenpassend dargestellt und mit b1-b4 bezeichnet; b1 bzw. b3 sind die herkömmlichen und b2 und b4 die gemäß der vorliegenden
30 Erfindung optimierten Polarisatorkonfigurationen, wobei

jeweils die Anordnung von Polarisator und Analysator vertauscht ist. Während bei herkömmlicher Anordnung ein dunkles Display resultiert, findet man bei optimierter Polarisator-konfiguration günstige Werte für die Transmission.

5

Die erfindungsgemäßen ECB-Systeme sind weiter durch günstige Werte für die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes gekennzeichnet, wobei i.a. die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes nur unwesentlich von der Polarisatorstellung beeinflusst wird.

10

Die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes kann jedoch sowohl für herkömmliche als auch für erfindungsgemäße ECB-Systeme wesentlich verbessert werden, wenn der optische Gangunterschied sowohl der zur Informationsdarstellung benutzten Flüssigkristallschicht als auch der Kompensationsschicht $d \cdot \Delta n \leq 0,4 \mu\text{m}$ und insbesondere $d \cdot \Delta n \leq 0,3 \mu\text{m}$ gewählt wird. Herkömmliche und erfindungsgemäße ECB-Systeme mit derartigen optischen Gangunterschieden sind bevorzugt und Gegenstand dieser Erfindung.

15

20

In Fig. 13 sind Isokontrastkurven für ein herkömmliches kompensiertes ECB-System aufgeführt. Die zur Informationsdarstellung benutzte Flüssigkristallschicht ist unverdrillt und weist ebenso wie die Kompensationsschicht einen optischen Gangunterschied von $d \cdot \Delta n = 0,28 \mu\text{m}$ auf. Die Schichtdicke der zur Informationsdarstellung benutzten Flüssigkristallschicht beträgt $5 \mu\text{m}$ und der Brechungsindex ist $\Delta n = 0,056$. Als Kompensationsschicht kann z.B. eine nach dem in EP 0,240,379 beschriebenen Verfahren hergestellte einachsige, optisch negative Polymerfolie verwendet werden. Auf der Eingangs- und Ausgangsseite befindet sich je ein Polarisator,

25

30

- wobei $\psi = 45^\circ$ ist und der hintere Polarisator gegenüber dem vorderen um 90° gedreht ist. Es sind Isokontrastlinien für Werte des Kontrasts von 5, 10, 20, 30 und 40 gezeigt. Man entnimmt Fig. 13, daß die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts für das beschriebene herkömmliche System mit $d \cdot \Delta n = 0,28$ excellent ist. Die Blickwinkelabhängigkeit ist deutlich besser als die herkömmlicher Systemen mit höherem Gangunterschied von z.B. $0,6 \mu\text{m} \leq d \cdot \Delta n \leq 1,0 \mu\text{m}$.
- 10 In Fig. 14 sind elektrooptische Kennlinien für ein erfindungsgemäßes ECB-System gezeigt, bei dem die ECB-Flüssigkristallschicht einen Twistwinkel von $22,5^\circ$ und einen optischen Gangunterschied von $d \cdot \Delta n = 0,28 \mu\text{m}$ aufweist. Als Kompensationsschicht wird z.B. eine einachsige, optisch negative Polymerfolie verwendet. Die in Fig. 14 mit a2 bezeichnete elektrooptische Kennlinie wird bei einer optimierten Polarisatorstellung mit $\psi = 56,25^\circ$ erhalten, während die Kurve a1 der herkömmlichen Polarisatoranordnung entspricht. Die Isokontrastlinien für das optimierte System sind in Fig. 15
- 15 gezeigt. Ein Vergleich mit den in Fig. 16 wiedergegebenen Isokontrastlinien für das bei Fig. 9 beschriebene System mit der Polarisatoranordnung a2 zeigt, daß die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts durch Verringerung des optischen Gangunterschieds $d \cdot \Delta n$ deutlich verbessert werden kann.
- 20 Betrachtet man die elektrooptischen Kennlinien aus Fig. 9 und Fig. 14, so wird deutlich, daß Systeme mit kleinerem $d \cdot \Delta n$ eine geringere Steilheit der elektrooptischen Kennlinie aufweisen, was jedoch insbesondere bei einer Aktiv-Matrix-Ansteuerung vorteilhaft ist, da die Darstellbarkeit von
- 25 Grautönen erleichtert ist.
- 30

Auch bei erfindungsgemäßen ECB-Systemen mit höherem Verdrillungswinkel von z.B. $\beta = 90^\circ$ wird eine deutliche Verbesserung der Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts beobachtet, wenn der optische Gangunterschied der ECB-Schicht klein ist.

5

Die erfindungsgemäßen elektrooptischen Systeme zeichnen sich gegenüber herkömmlichen durch verbesserte elektrooptische Eigenschaften und insbesondere einen hohen Kontrast und/oder eine hohe Transmission und/oder eine hohe Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrast und/oder der Farbwerte aus, so daß ihnen eine erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zukommt.

10

15

20

25

30

Zu Figur 1a) Twistwinkel $\beta = 22,5$ Pretilt-Winkel $\alpha_0 = 1^\circ$

Dicke der Flüssigkristallschicht und Kompensationsschicht

5 jeweils $8 \mu\text{m}$ Beobachtungswinkel θ

○ 10 Grad x 45 Grad

△ 20 Grad ◇ 60 Grad

+ 30 Grad ▽ 80 Grad

10 b) Twistwinkel $\beta = 22,5$ Pretilt-Winkel $\alpha_0 = 1^\circ$

Dicke der Flüssigkristallschicht und Kompensationsschicht

jeweils $8 \mu\text{m}$ Beobachtungswinkel θ

15 ○ 10 Grad x 45 Grad

△ 20 Grad ◇ 60 Grad

+ 30 Grad ▽ 80 Grad

Zu Figur 2

- 1 Lichtquelle
- 2 Spiegel
- 3 McNeil Prisma
- 5 4 Flüssigkristall-Zelle
- 5 Projektionslinsen

Zu Figur 3Twistwinkel $\beta = 22,5$ Pretilt-Winkel $\alpha = 1^\circ$ $\theta = 0^\circ, \varphi = 0^\circ$ 5 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Winkel

- + 15,0 Grad
- x 22,5 Grad
- ◇ 30,0 Grad
- 10 ▽ 37,5 Grad
- ⊠ 45,0 Grad
- * 52,5 Grad
- ◆ 56,5 Grad

15 (interne Kennzeichnung: 04.10.89; STAT 157 DAT; TOKI 01.PL)

Zu Figur 4TRANSMISSION=f (Θ, ϕ)Twist=90°, $\alpha_c = 1^\circ$, d/p = 0.25Twist=22,5°, $\alpha_c = 1^\circ$, d/p = 0.0625

- 5 a) 1 herkömmliches TN-Display
 Schichtdicke 8 μm
 Twistwinkel $\beta = 90^\circ$
 Winkel $\Psi = 0^\circ$, Polarisator und Analysator sind parallel
 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.1$
 10 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$
- 2 erfindungsgemäßes Display
 Schichtdicke 8 μm
 Twistwinkel $\beta = 22,5^\circ$
 Winkel $\Psi = 56,25^\circ$
 15 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.15$
 Kompensationsschicht $U/U_0 = 0$
 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Beobachtungswinkel θ

o = 10 Grad

20 x = 45 Grad

- b) 1 herkömmliches TN-Display
 Schichtdicke 8 μm
 Twistwinkel $\beta = 90^\circ$
 Winkel $\Psi = 0^\circ$, Polarisator und Analysator sind parallel
 25 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.18$
 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$
- 2 erfindungsgemäßes Display
 Schichtdicke 8 μm
 Twistwinkel $\beta = 22,5^\circ$
 Winkel $\Psi = 56,25^\circ$
 30 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.3$
 Kompensationsschicht $U/U_0 = 0$
 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Beobachtungswinkel θ

35 o = 10 Grad

x = 45 Grad

Zu Figur 5

- 1 Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der unteren Substratplatte der TN-Flüssigkristallschicht
- 2 Obere Polarisationsvorrichtung
- 3 Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der unteren Substratplatte der TN-Flüssigkristallschicht benachbarten Substratplatte der Kompensationsschicht
- 4 Untere Polarisationsvorrichtung

ERSATZBLATT

ISA/EP

Zu Figur 6

- a) 1 herkömmliches TN-Display
Schichtdicke 8 μm
Twistwinkel $\beta = 90$
5 Winkel $\Upsilon = 0$, Polarisator und Analysator sind parallel
Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.18$
Wellenlänge $\lambda = 450 \text{ nm}$
- 2 erfindungsgemäßes Display
Schichtdicke 8 μm
10 Twistwinkel $\beta = 22,5$
Winkel $\Upsilon = 56,25$
Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.3$
Kompensationsschicht: $U/U_0 = 0$
Wellenlänge $\lambda = 450 \text{ nm}$

Zu Figur 7

- 1 herkömmliches TN-Display
Schichtdicke $8 \mu\text{m}$
Twistwinkel $\beta = 90^\circ$
- 5 Winkel $\Psi = 0^\circ$, Polarisator und Analysator sind parallel
Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1,18$
Wellenlänge $\lambda = 650 \text{ nm}$
- 2 erfindungsgemäßes Display
Schichtdicke $8 \mu\text{m}$
- 10 Twistwinkel $\beta = 22,5^\circ$
Winkel $\Psi = 56,25^\circ$
Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.3$
Kompensationsschicht: $U/U_0 = 0$
Wellenlänge $\lambda = 650 \text{ nm}$
- 15 Beobachtungswinkel θ
 $\circ = 10 \text{ Grad}$
 $\Delta = 45 \text{ Grad}$

Zu Figur 8

- a) 1 herkömmliches TN-Display
 Schichtdicke $8 \mu\text{m}$
 Twistwinkel $\beta = 90^\circ$
 5 Winkel $\Psi = 0^\circ$, Polarisator und Analysator sind gekreuzt
 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.1$
 Kompensationsschicht: $U/U_0 = 0$
 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$
- 2 erfindungsgemäßes Display
 10 Schichtdicke $8 \mu\text{m}$
 Twistwinkel $\beta = 22,5^\circ$
 Winkel $\Psi = 56,25^\circ$
 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.15$
 Kompensationsschicht $U/U_0 = 0$
 15 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Beobachtungswinkel θ

o = 10 Grad

 $\Delta = 45$ Grad

- b) 1 herkömmliches TN-Display
 20 Schichtdicke $8 \mu\text{m}$
 Twistwinkel $\beta = 90^\circ$
 Winkel $\Psi = 0^\circ$, Polarisator und Analysator sind gekreuzt
 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.2$
 Kompensationsschicht: $U/U_0 = 0$
 25 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$
- 2 erfindungsgemäßes Display
 Schichtdicke $8 \mu\text{m}$
 Twistwinkel $\beta = 22,5^\circ$
 Winkel $\Psi = 56,25^\circ$
 30 Flüssigkristallschicht: $U/U_0 = 1.3$
 Kompensationsschicht $U/U_0 = 0$
 Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Beobachtungswinkel θ

o = 10 Grad

35 $\Delta = 45$ Grad

Zu Figur 10

oben: Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an den
Substratplatten der ECB-Schicht

1 Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der unteren
5 Substratplatte der ECB-Flüssigkristallschicht

2 Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der oberen
Substratplatte der ECB-Flüssigkristallschicht

a1, a2, a3, a4: Polarisator Konfiguration Winkel Ψ

Zu Figur 12

10 oben: Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an den
Substratplatten der ECB-Schicht

1 Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der unteren Sub-
stratplatte der ECB-Flüssigkristallschicht

2 Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle an der oberen Sub-
15 stratplatte der ECB-Flüssigkristallschicht

b1, b2, b3, b4: Polarisator Konfiguration Winkel Ψ

Zu Fig. 13Kontrast (589 nm)

- 5
- 5.000
 - ⊖ 10.000
 - △ 20.000
 - ✕ 30.000
 - 40.000

Zu Fig. 15Kontrast (589 nm)

- 10
- 5.000
 - ⊖ 10.000
 - △ 20.000
 - ✕ 30.000
 - 40.000

- 15
- Min. (⊖) = 0.04690
Max. (✕) = 2603.25561

Zu Fig. 16Kontrast (589 nm)

- 20
- 5.000
 - ⊖ 10.000
 - △ 20.000
 - ✕ 30.000
 - 40.000

Zu Fig. 17

Approximierung einer optisch negativen Kompensations-
schicht durch einen Stapel optisch positiver, unterschied-
lich orientierter Flüssigkristallschichten

- 5 I ansteuerbare Flüssigkristallschicht
Twistwinkel $\beta = 0^\circ$
homogene Orientierung ($\alpha = 1^\circ$)
Dicke $d = 8 \mu\text{m}$
- 10 II Kompensationsschicht
1,3,5,7: Twistwinkel $\beta = 0^\circ$
homogene Orientierung ($\alpha = 1^\circ$)
Dicke $d = 2 \mu\text{m}$
- 15 2,4,6,8: homöotrope Orientierung ($\alpha = 89^\circ$)
Twistwinkel $\beta = 0^\circ$
Dicke $d = 2 \mu\text{m}$

Zu Fig. 18

- 20 Transmission I als Funktion der Doppelbrechung n der
angesteuerten Schicht für ein erfindungsgemäßes System mit
einer optisch negativen Kompensationsschicht entsprechend
der Fig. 17

21 NOV 1991

ansteuerbare Flüssigkristallschicht: Twistwinkel $\beta = 0^\circ$
Pretiltwinkel $\alpha = 1^\circ$
Dicke $d = 8 \mu\text{m}$

Kompensationsschicht: Aufbau wie bei Fig. 17
Dicke der einzelnen Schichten $d = 1 \mu\text{m}$

Winkel $\Psi = 45^\circ$
Winkel $\Phi = 135^\circ$
Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Beobachtungswinkel θ

- = 0 Grad
- ▲ = 10 Grad
- + = 20 Grad
- × = 30 Grad
- ◇ = 45 Grad
- ▽ = 60 Grad
- = 80 Grad

Zu Fig. 19

Erfindungsgemäßes System mit gekippt orientierter, optisch negativer Kompensationsschicht

ansteuerbare Flüssigkristallschicht: Twistwinkel $\beta = 0^\circ$
homogene Orientierung ($\alpha = 1^\circ$)
 $d = 8 \mu\text{m}$
 $U/U_0 = 1,1$

Kompensationsschicht: Winkel $\gamma = 15^\circ$

Dicke $d = 8 \mu\text{m}$

Twistwinkel $\beta = 180^\circ$

$n_{\text{min}} = 1,5000$, die beiden anderen

Brechungsindizes jeweils 1,5527

Winkel $\Psi = 45^\circ$

Wellenlänge $\lambda = 550 \text{ nm}$

Beobachtungswinkel θ

○ = 10 Grad

△ = 20 Grad

+ = 30 Grad

X = 45 Grad

◇ = 60 Grad

▽ = 80 Grad

Zu Fig. 20

wie bei Fig. 19, wobei jedoch für die ansteuerbare Flüssigkristallschicht $U/U_0 = 1.3$ gewählt ist.

Beobachtungswinkel θ

○ = 10 Grad

△ = 20 Grad

+ = 30 Grad

X = 45 Grad

◇ = 60 Grad

▽ = 80 Grad

Zu Fig. 21

Elektrooptische Kennlinie für das bei Fig. 19 beschriebene elektrooptische System.

Patentansprüche

1. Elektrooptisches System enthaltend,

- 5
- eine verdrillte nematische Flüssigkristallschicht zwischen 2 Substraten, deren Innenseiten mit Elektroden-
 - schichten und darüberliegenden Orientierungsschichten
 - versehen sind, wobei der Flüssigkristall eine parallele
 - Randorientierung und einen Verdrillungswinkel $0^\circ \leq \beta \leq$
 - 100° oder eine homöotrope Randorientierung aufweist,
- 10
- eine oder mehrere Schichten zur Kompensation des optischen Gangunterschieds der Flüssigkristallschicht
 - $d \cdot \Delta n$, und
- 15
- mindestens eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichts in einer derartigen Anordnung, daß das Licht vor
 - Eintritt in die Flüssigkristallschicht und nach Austritt
 - aus dieser mindestens je einmal eine Polarisationsvor-
 - richtung passiert,

20

dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung eines hohen Kontrasts und/oder einer hohen Helligkeit und/oder einer hohen Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrastes und/oder der Farb-
werte der Winkel ψ , den die Polarisationsvorrichtung auf der Eingangsseite mit der Vorzugsrichtung der Flüssigkristallmoleküle auf der ersten Substratoberfläche bildet,

den Bedingungen (1) oder (2) genügt, wenn sich auf der Eingangs- und Ausgangsseite je eine Polarisationsvorrichtung befindet

$$\Psi = (\beta + 90^\circ)/2 \pm 10^\circ \quad (1)$$

$$\Psi = \beta/2 \pm 10^\circ \quad (2)$$

wobei der Polarisator auf der Ausgangsseite gegenüber dem Polarisator auf der Eingangsseite um $90^\circ \pm 10^\circ$ verdreht ist und die Orientierungen der Polarisatoren auf der Eingangsseite auch vertauscht sein können,

oder den Bedingungen (3) und (4) genügt, wenn nur eine Polarisationsvorrichtung auf der Eingangsseite vorhanden ist

$$30^\circ \leq \Psi \leq 70^\circ \quad \text{für } 0 \leq \beta \leq 45^\circ \quad (3)$$

$$35^\circ \leq \Psi \leq 90^\circ \quad \text{für } 45 < \beta \leq 100^\circ \quad (4)$$

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsschicht auf einem thermoplastischen Polymer, einem niedermolekularen Flüssigkristall und/oder einem flüssigkristallinen Polymer basiert.
3. System nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2 mit einer Flüssigkristallschicht, die eine parallele Randorientierung und einen Verdrillungswinkel $0 < \beta < 100^\circ$ aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsschicht auf einem verdrillten nematischen Flüssigkristall basiert, wobei der Twistwinkel β' der Kompensationsschicht im wesentlichen den gleichen Absolutbetrag, aber den entgegengesetzten Drehsinn wie β aufweist und die Vorzugsrichtungen der Flüssigkristallmoleküle von Flüssigkristallschicht und Kompensationsschicht an den einander zugewandten Oberflächen einen Winkel zwischen 30° und 150° bilden.

4. System nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2 mit einer Flüssigkristallschicht, die eine parallele Randorientierung und einen Verdrillungswinkel $0^\circ \leq \alpha \leq 100^\circ$ aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsschicht auf einem 3 optische Brechungsindices aufweisenden Material basiert, von denen einer kleiner als die beiden anderen ist, wobei die diesem Brechungsindex entsprechende Achse im wesentlichen parallel zu den Elektrodenoberflächen ist oder mit der Elektrodenoberfläche einen Winkel $2^\circ \leq \gamma < 60^\circ$ so bildet, daß der Winkel zwischen den optischen Achsen der Kompensationsschicht und der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht beim Anlegen einer Spannung ein Minimum durchläuft, und daß die von den beiden anderen Brechungsindices aufgespannte Ebene mit den Direktoren der Flüssigkristallschicht an den einander zugewandten Oberflächen einen Winkel zwischen 30° und 150° bildet.
5. System nach mindestens einem der Ansprüche 1 oder 2 mit einer Flüssigkristallschicht, die eine homöotrope Randorientierung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsschicht auf einem 3 optische Brechungsindices aufweisenden Material basiert, von denen einer kleiner als die beiden anderen ist, wobei die diesem kleineren Brechungsindex entsprechende Achse im wesentlichen senkrecht zu den Elektrodenoberflächen ist.
6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallschicht einen Verdrillungswinkel $0 < \beta \leq 90^\circ$ aufweist.
7. System nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Verdrillungswinkel $5^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ beträgt.

8. System nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 7, dadurch gekennzeichnet, daß das System nur 1 Polarisationsvorrichtung und mindestens einen Reflektor enthält.
9. Elektrooptisches System, enthaltend
- 5 - eine Flüssigkristallschicht mit negativer dielektrischer Anisotropie zwischen 2 Substraten, deren Innenseiten mit Elektrodenschichten und darüber liegenden Orientierungsschichten versehen sind, wobei der Flüssigkristall eine homöotrope Randorientierung aufweist, und
- 10 - mindestens eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichts in einer derartigen Anordnung, daß das Licht vor Eintritt in die Flüssigkristallschicht und nach Austritt aus dieser mindestens je einmal eine Polarisationsvorrichtung passiert,
- 15 dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkristall einen Verdrillungswinkel $0 < \beta < 90^\circ$ aufweist.
10. Elektrooptisches System nach Anspruch 9 und mindestens einem der Ansprüche 1, 2 oder 5 - 8.
11. Elektrooptisches System, enthaltend
- 20 - eine verdrillte nematische Flüssigkristallschicht zwischen 2 Substraten, deren Innenseiten mit Elektrodenschichten und darüber liegenden Orientierungsschichten versehen sind, wobei der Flüssigkristall, eine homöotrope Randorientierung aufweist
- 25 - gegebenenfalls eine oder mehrere Schichten zur Kompensation des optischen Gangunterschieds der Flüssigkristallschicht, und

- 5 - mindestens eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichts in einer derartigen Anordnung, daß das Licht vor Eintritt in die Flüssigkristallschicht und nach Austritt aus dieser mindestens je einmal eine Polarisationsvorrichtung passiert,
- dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkristall einen Verdrillungswinkel $0^\circ \leq \beta \leq 100^\circ$ und zur Verbesserung der Blickwinkelunabhängigkeit des Kontrastes einen optischen Gangunterschied $d \cdot \Delta n \leq 0,40 \mu\text{m}$ aufweist.
- 10 12. Elektrooptisches System nach Anspruch 12 und mindestens einem der Ansprüche 1, 2, 5, 6, 7 oder 8.
13. Projektionsvorrichtung, enthaltend ein System nach mindestens einem der Ansprüche 1 - 12.
- 15 14. Kompensationsschicht zur Kompensation des optischen Gangunterschieds eines elektrooptischen Systems, welches
- 20 - eine verdrillte nematische Flüssigkristallschicht zwischen 2 Substraten, deren Innenseiten mit Elektroden-schichten und darüber liegenden Orientierungsschichten versehen sind, wobei der Flüssigkristall eine parallele Randorientierung und einen Verdrillungswinkel $0^\circ \leq \beta \leq 600^\circ$ aufweist, und
- 25 - mindestens eine Vorrichtung zur Linearpolarisation des Lichts in einer derartigen Anordnung, daß das Licht vor Eintritt in die Flüssigkristallschicht und nach Austritt aus dieser mindestens je einmal eine Polarisationsvorrichtung passiert,
- dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsschicht auf einem 3 optische Brechungsindices aufweisenden Material ba-

siert, von denen einer kleiner als die beiden anderen ist, wobei die dem kleineren Brechungsindex entsprechende Achse im wesentlichen parallel zu den Elektrodenoberflächen ist oder mit der Elektrodenoberfläche einen Winkel $2^\circ < \alpha < 60^\circ$ so bildet, daß der Winkel zwischen den optischen Achsen der Kompensationsschicht und der ansteuerbaren Flüssigkristallschicht beim Anlegen einer Spannung ein Minimum durchläuft, und daß die von den beiden anderen Brechungsindices aufgespannte Ebene mit den Direktoren der Flüssigkristallmoleküle der Flüssigkristallschicht an den einander zugewandten Oberflächen einen Winkel zwischen 30° und 150° bildet.

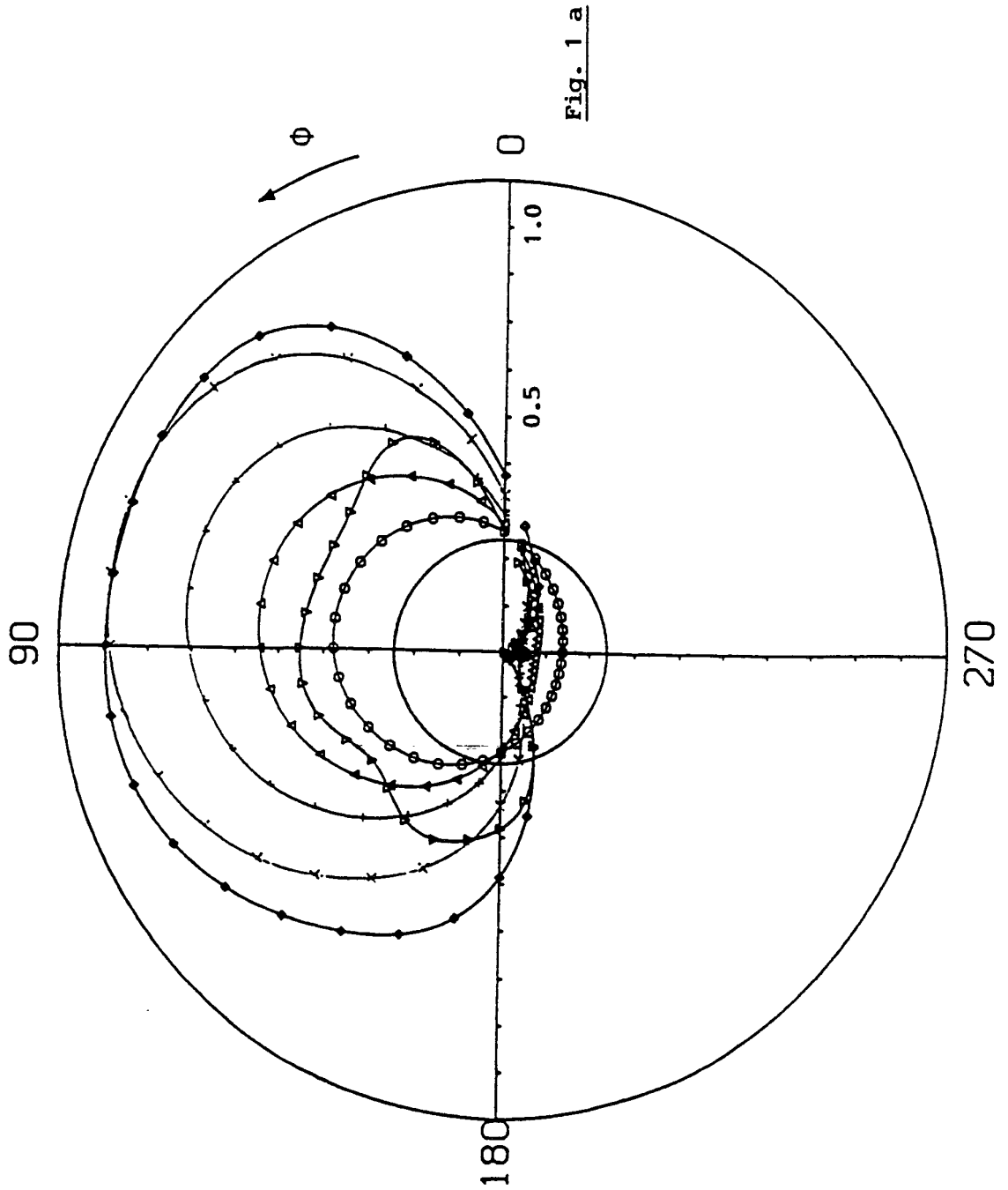


Fig. 1 a

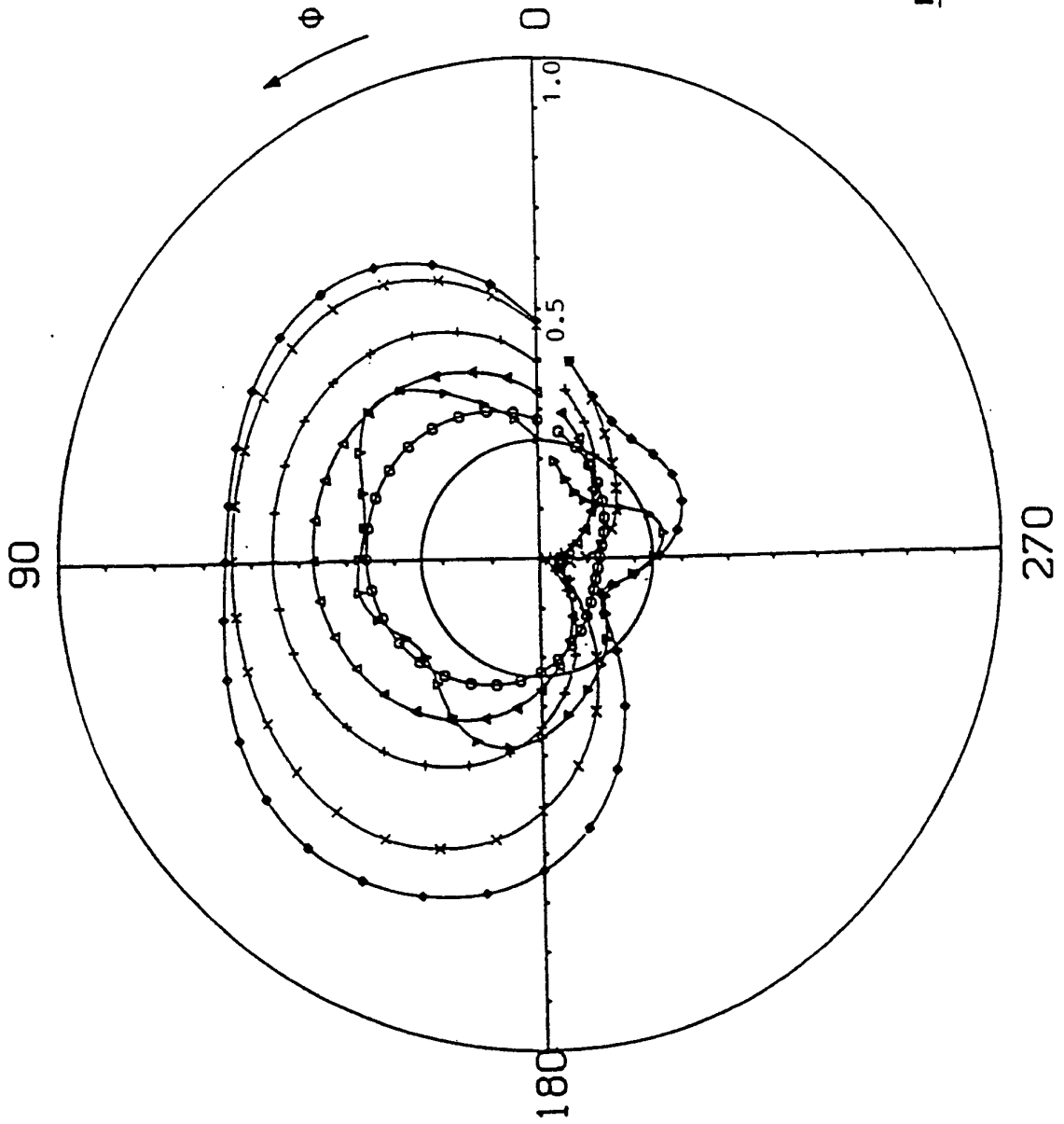


Fig. 1 b

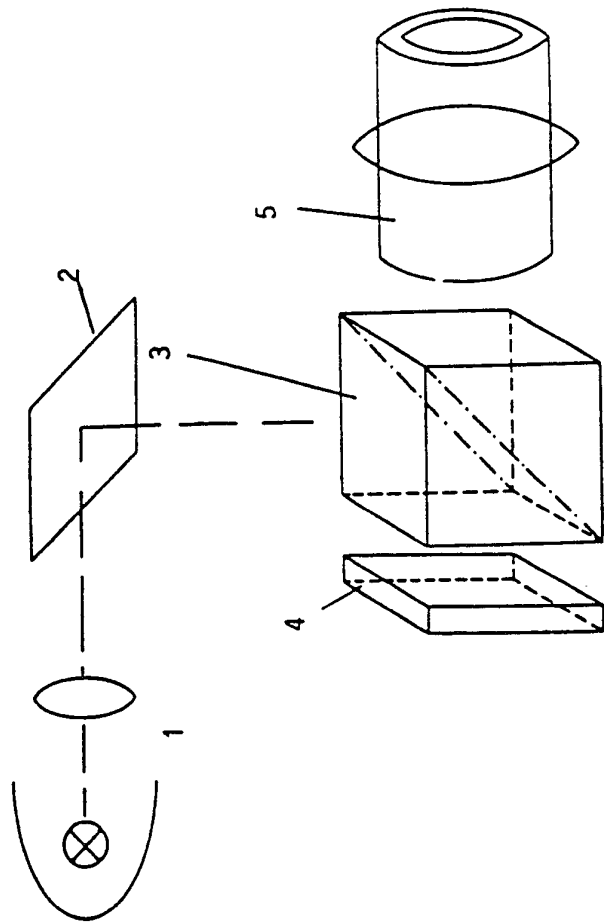
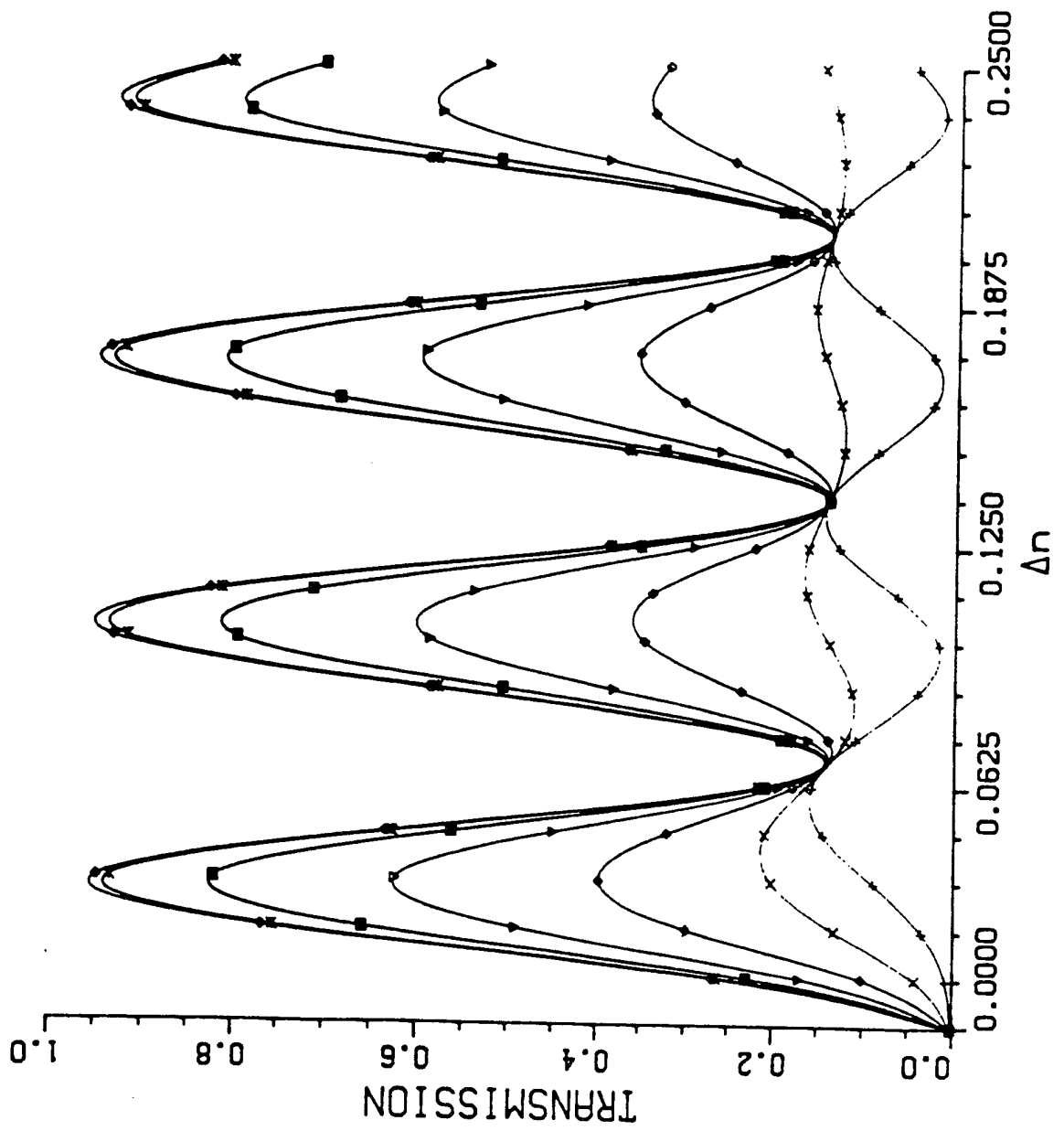


Fig. 2

Fig. 3



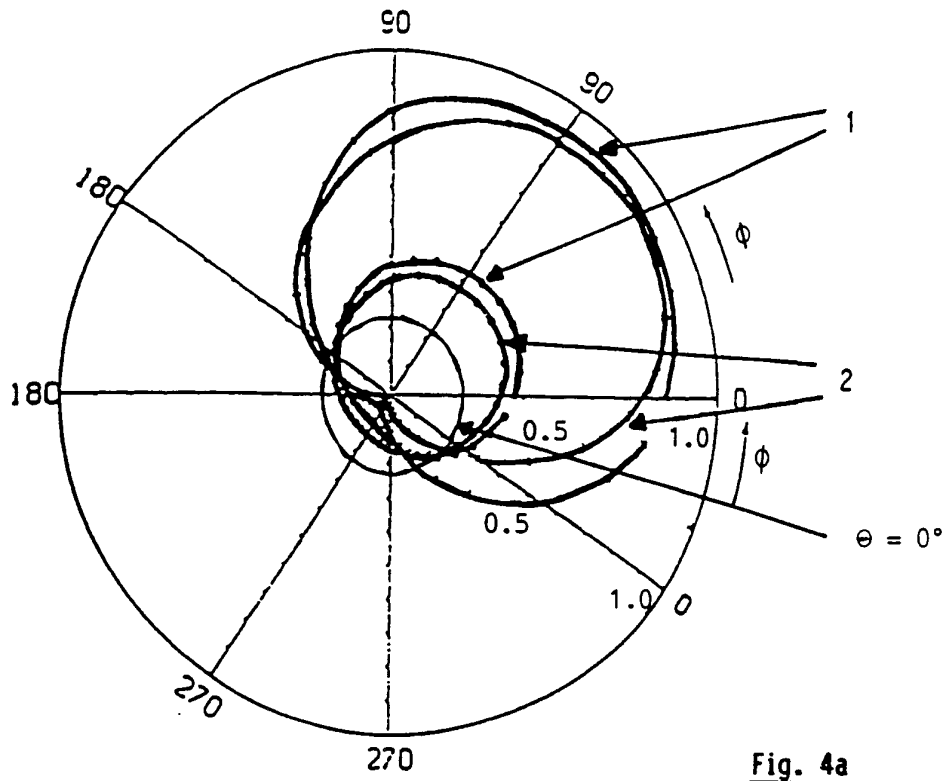


Fig. 4a

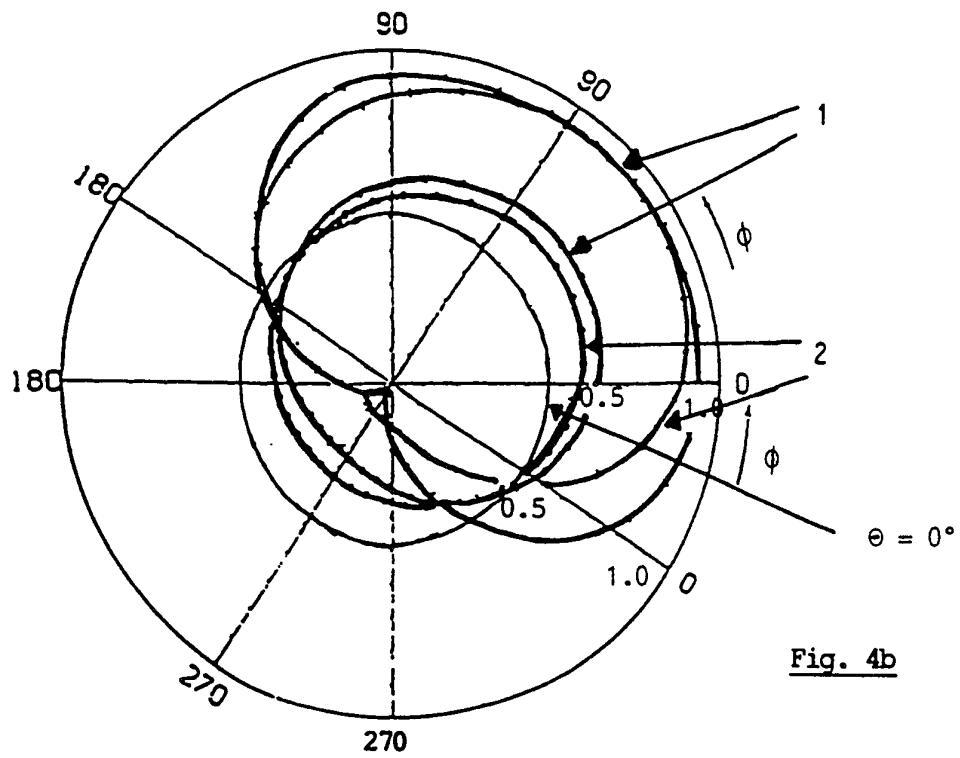


Fig. 4b

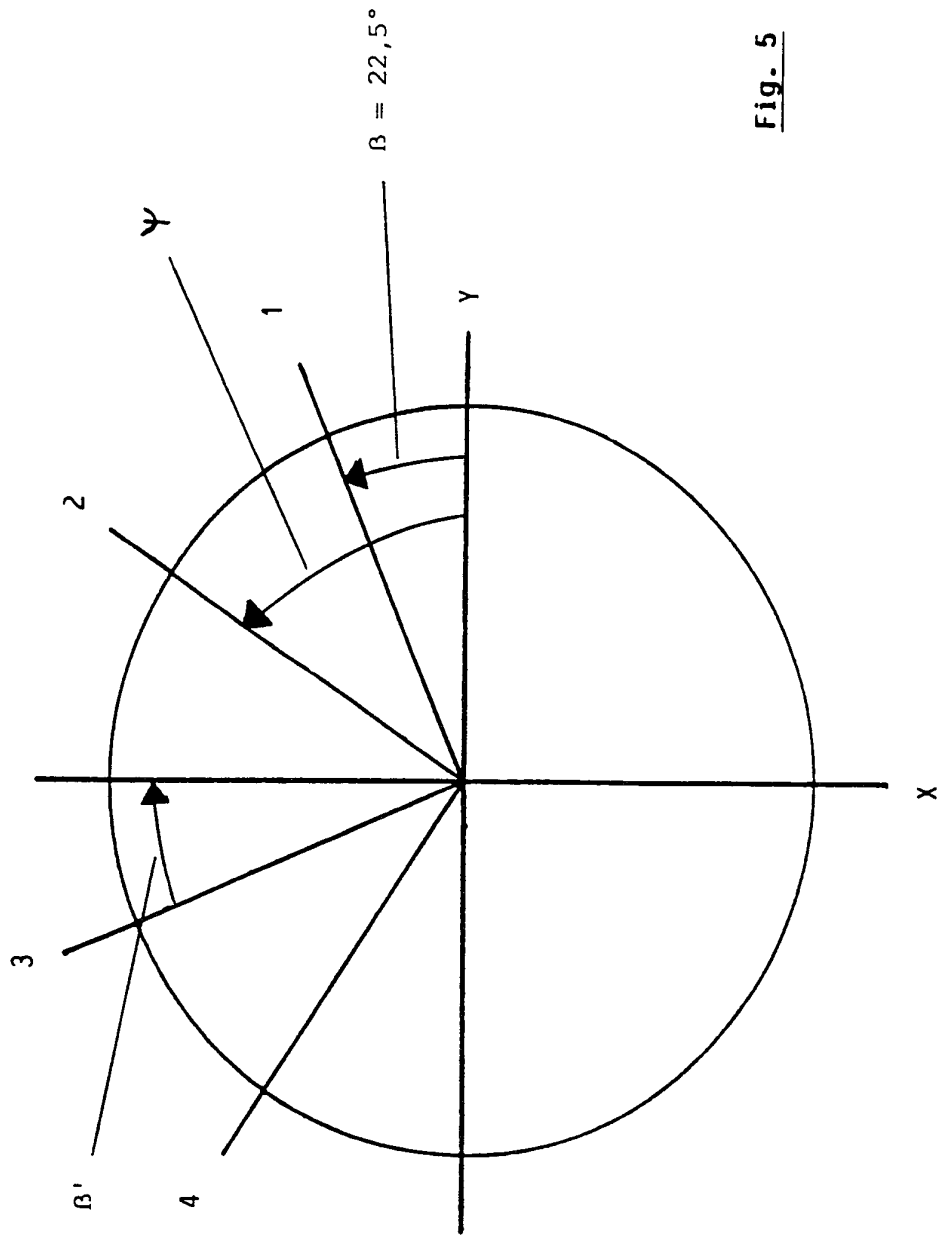


Fig. 5

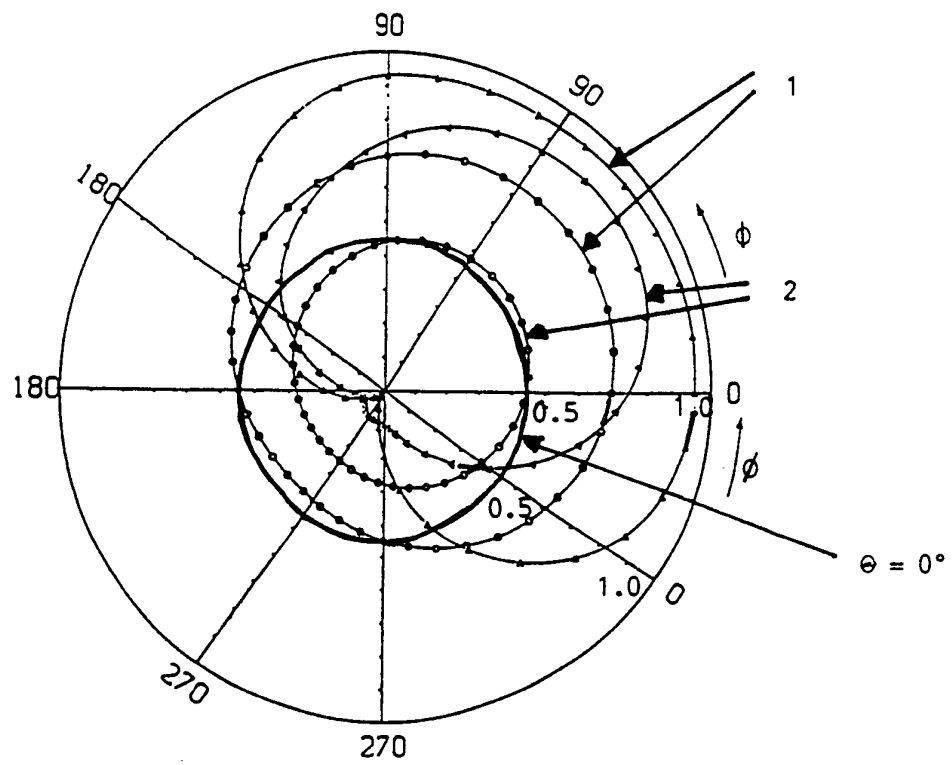


Fig. 7

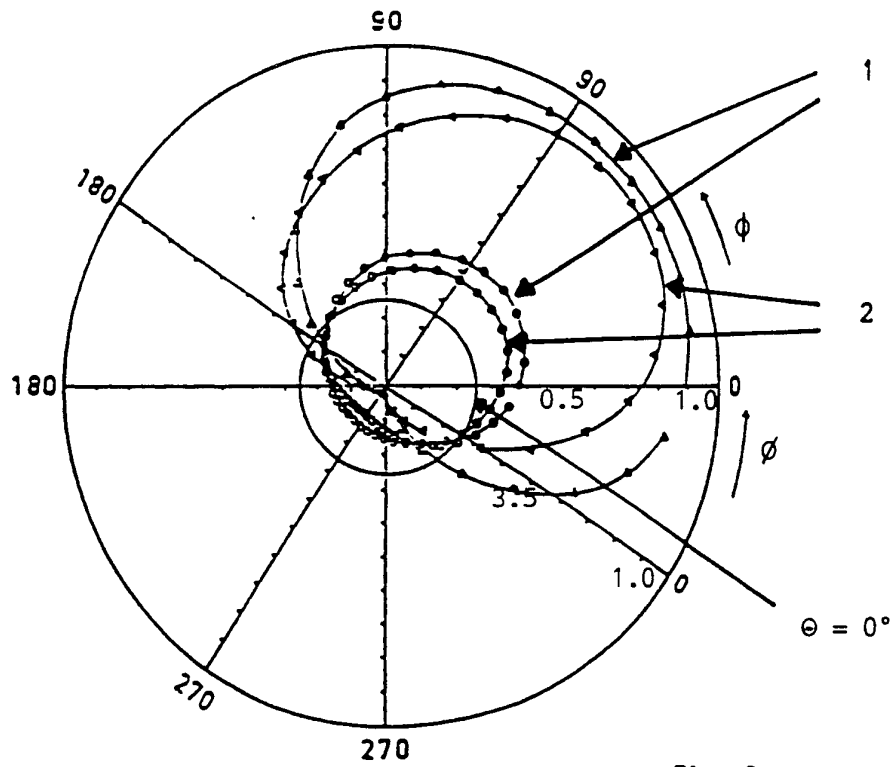


Fig. 8 a

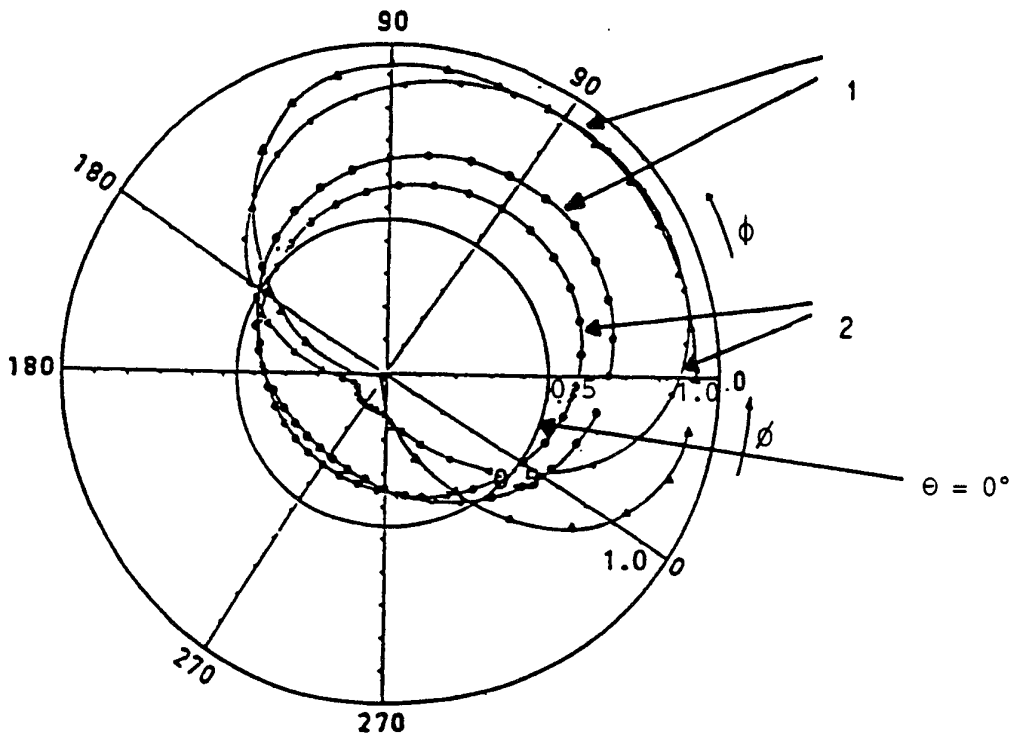


Fig. 8 b

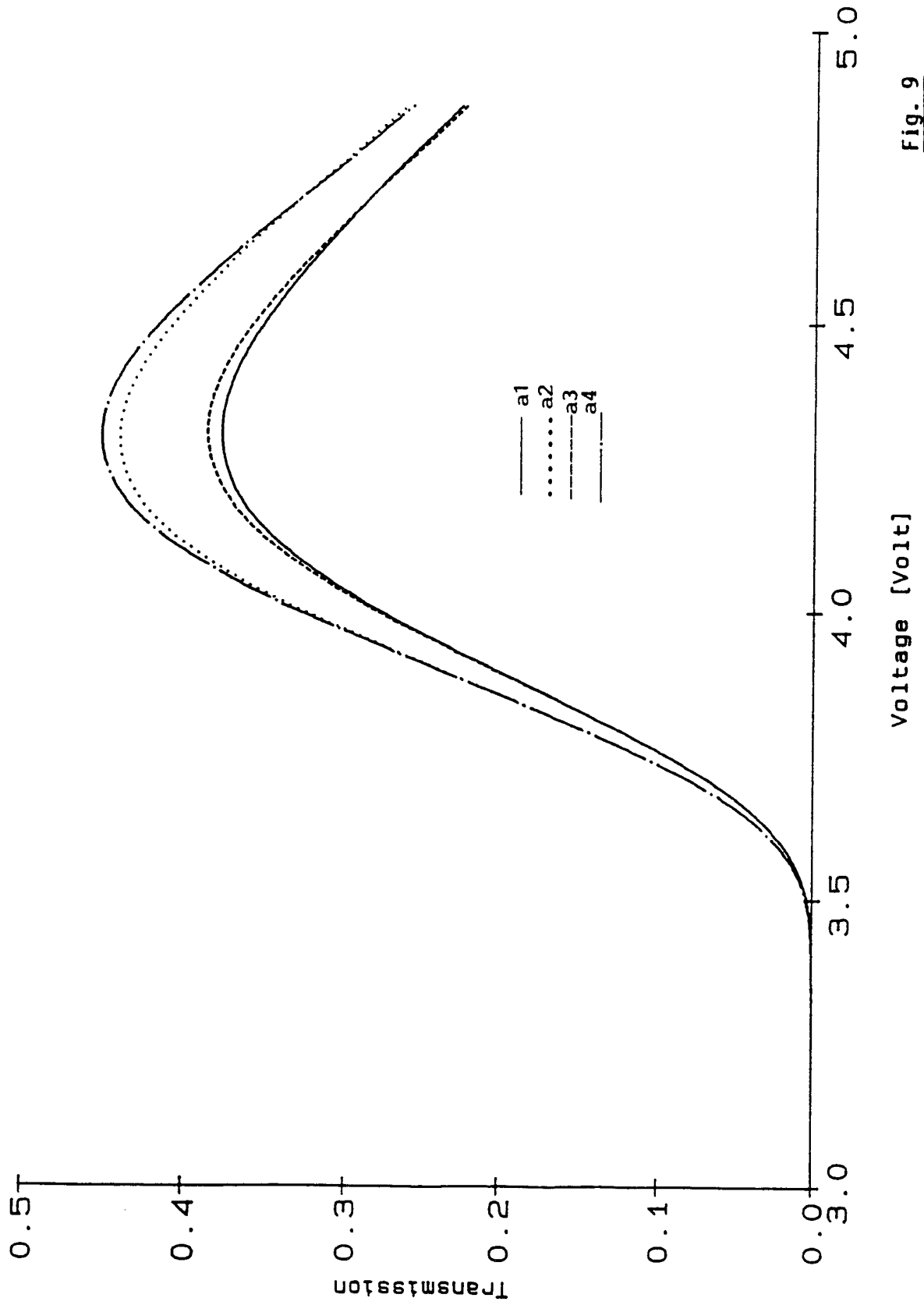


Fig. 9

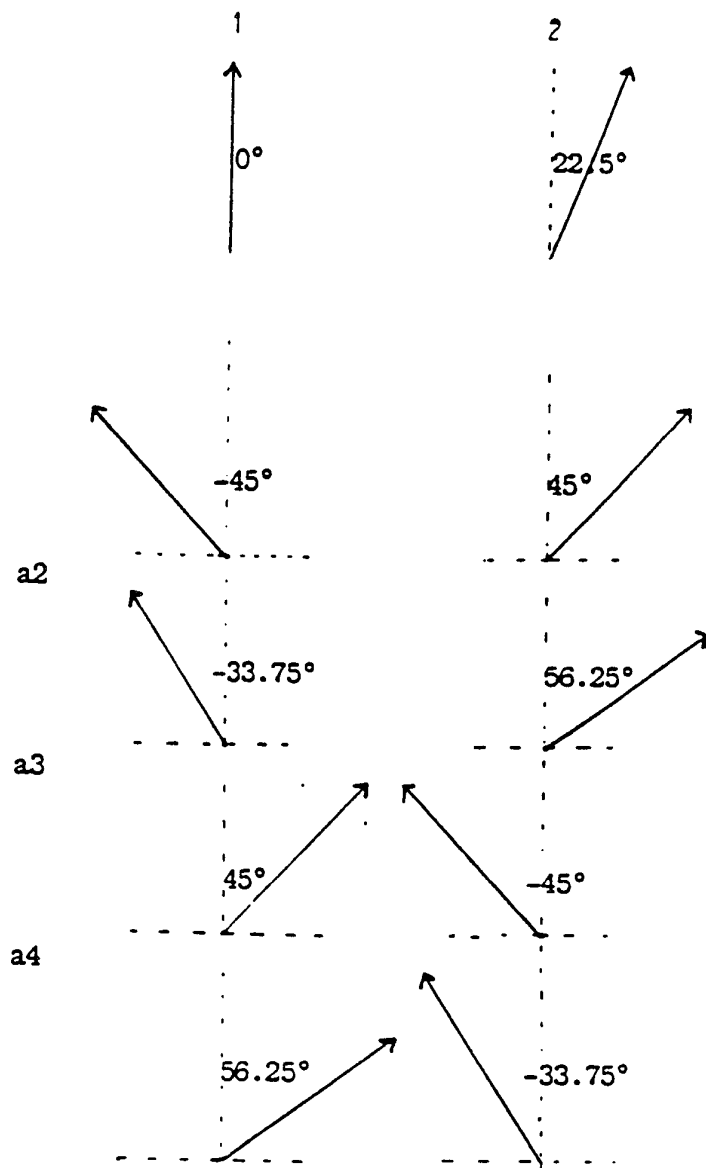
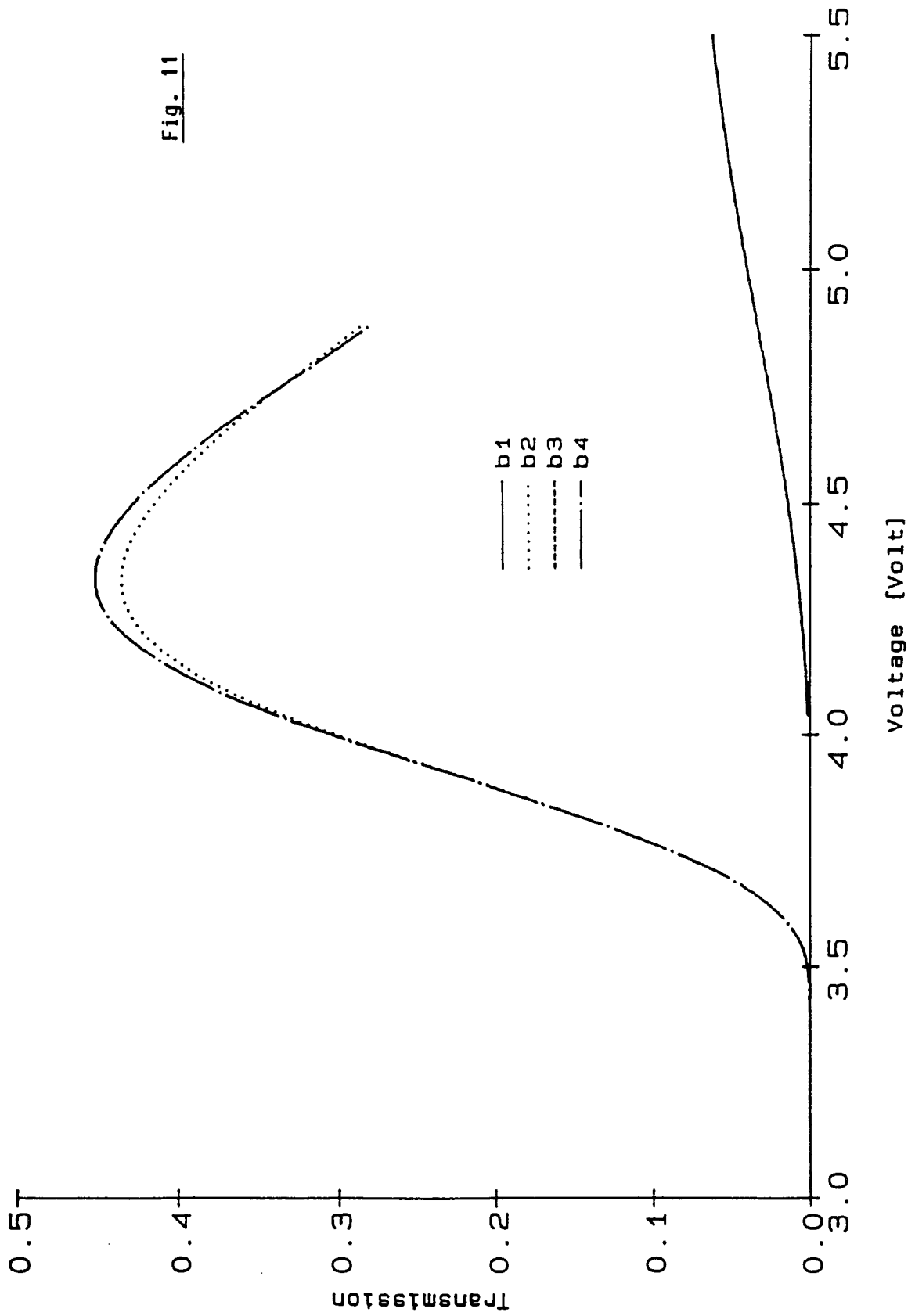


Fig. 10



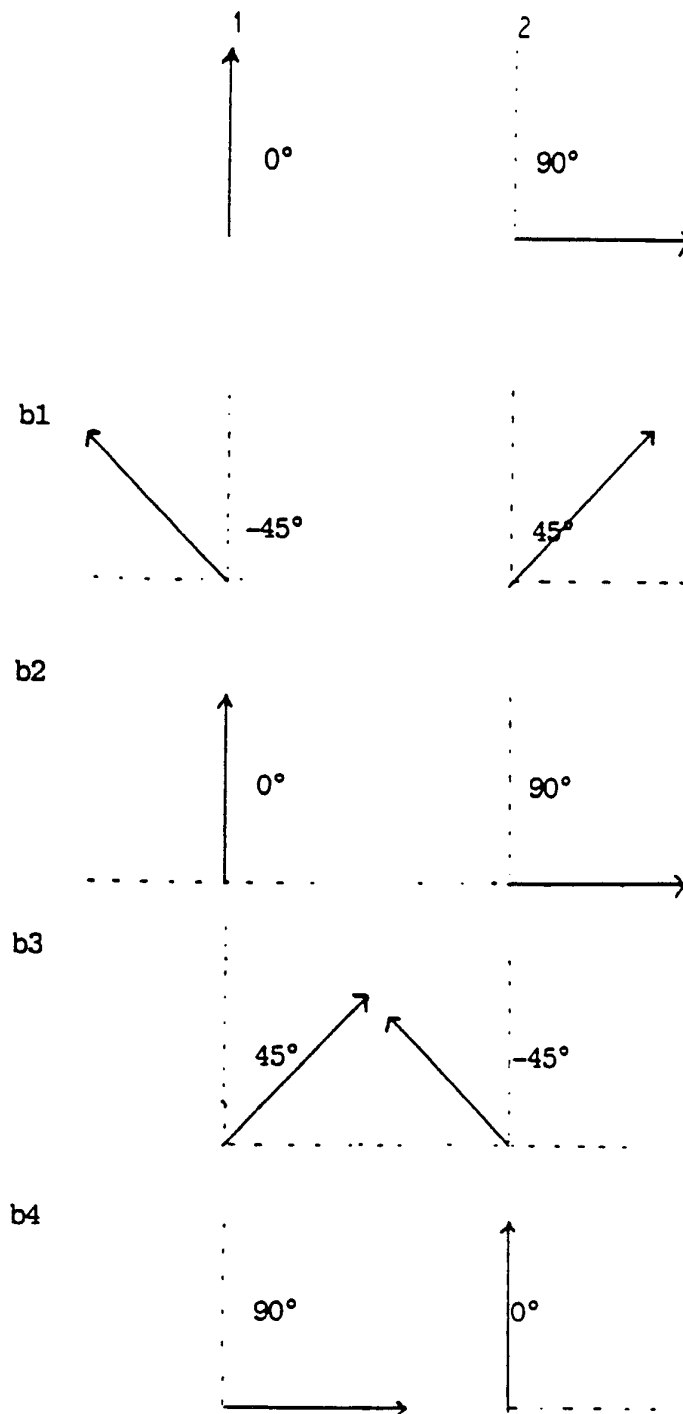


Fig. 12

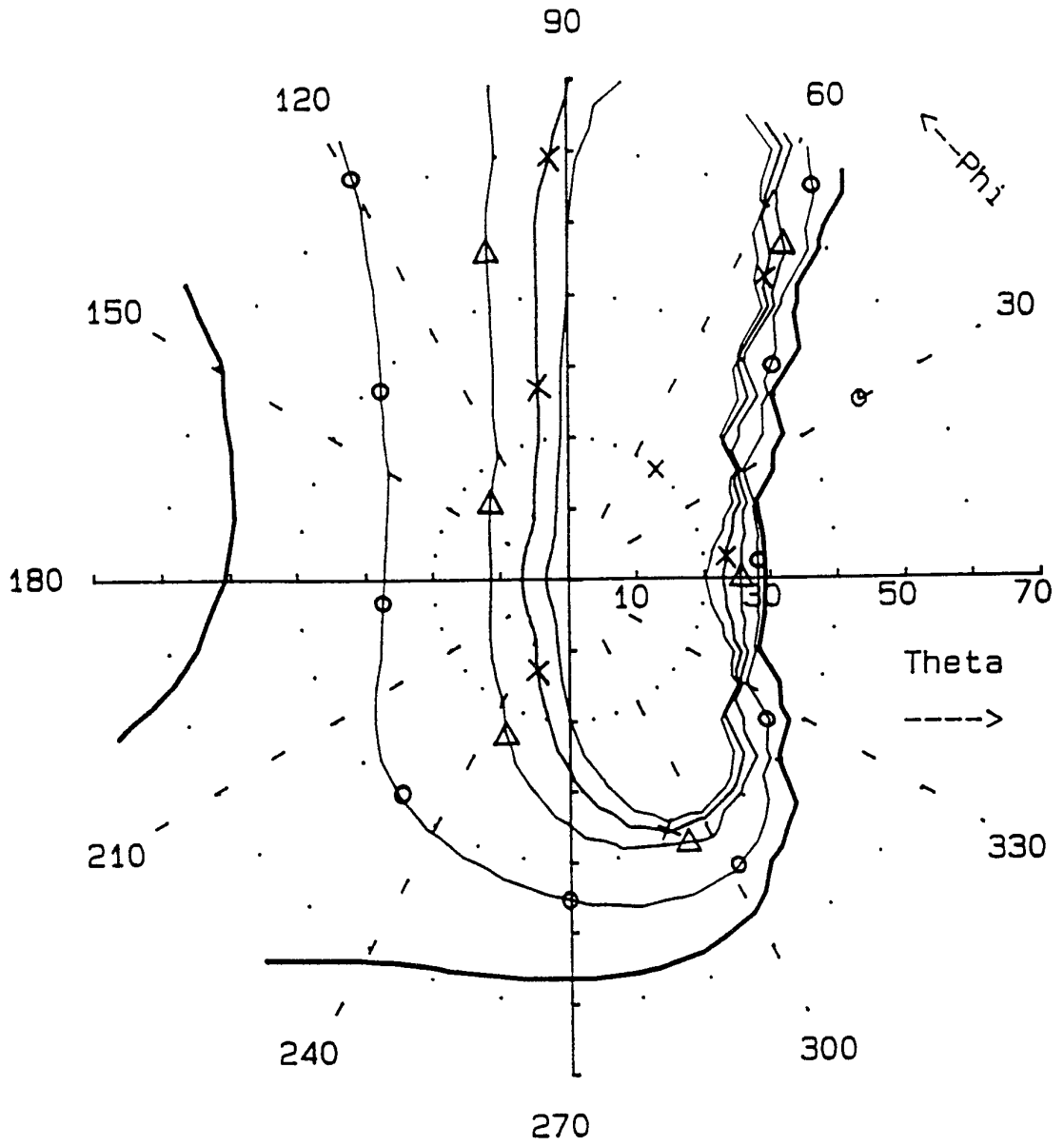


Fig. 13

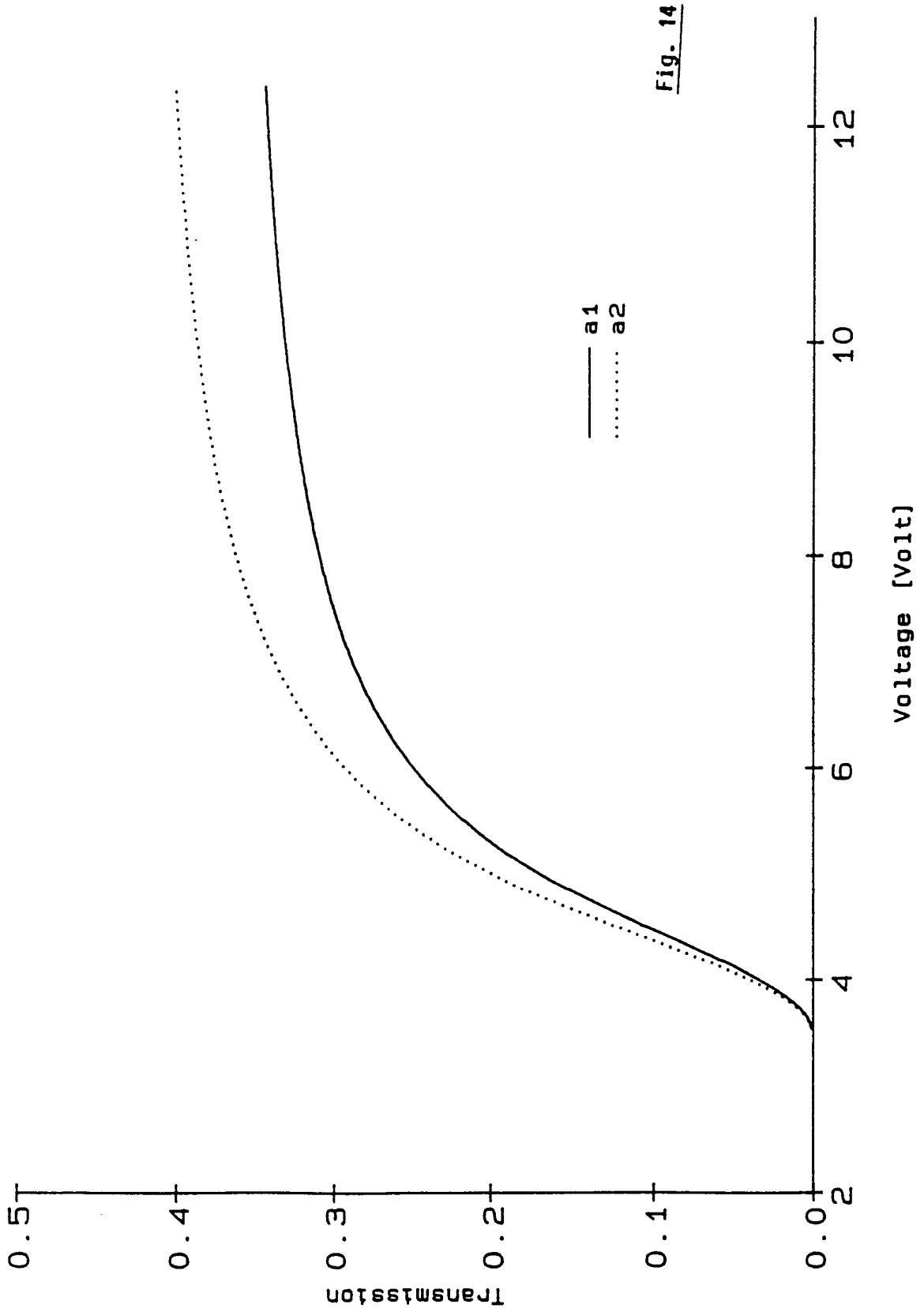


Fig. 14

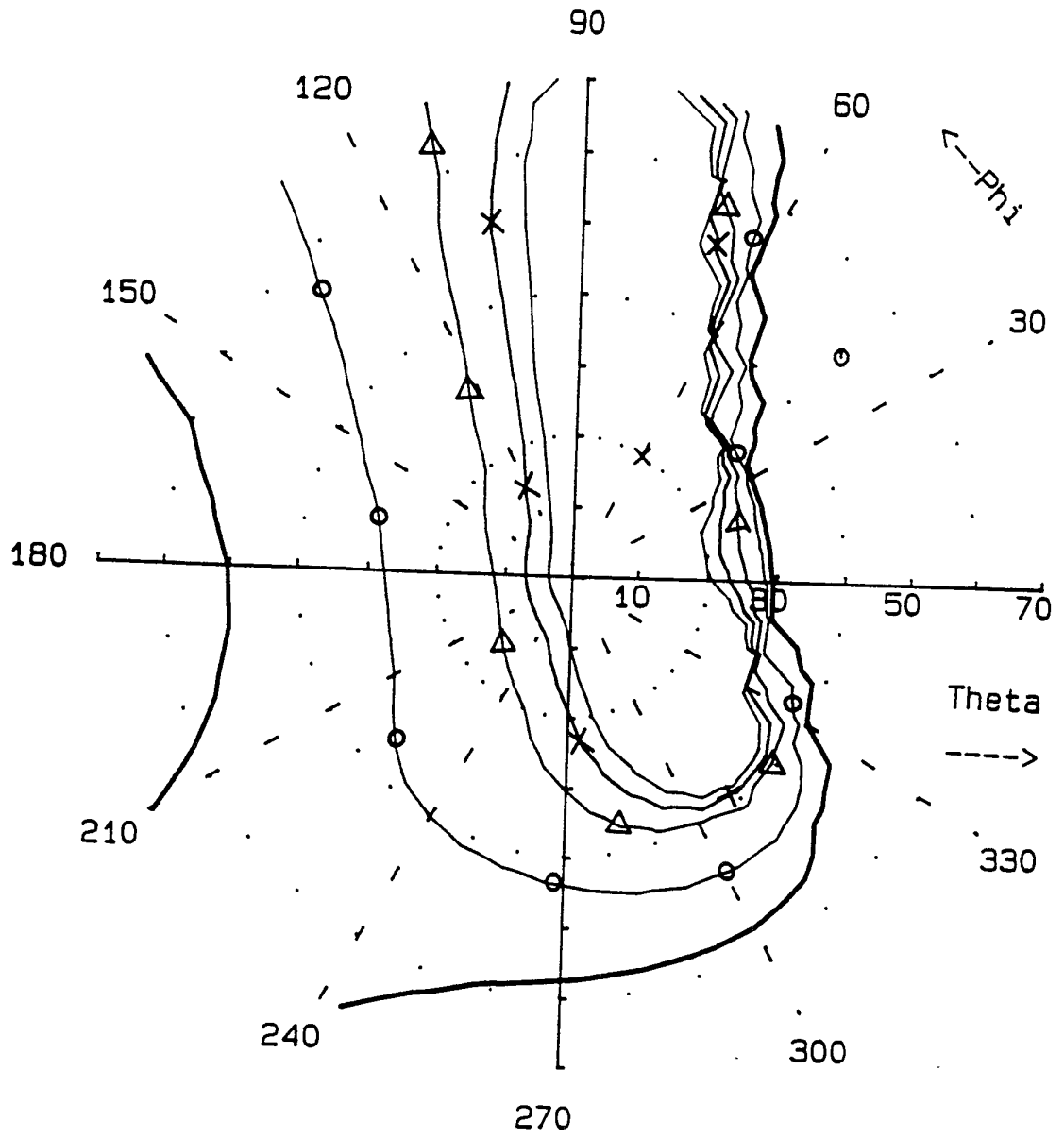


Fig. 15

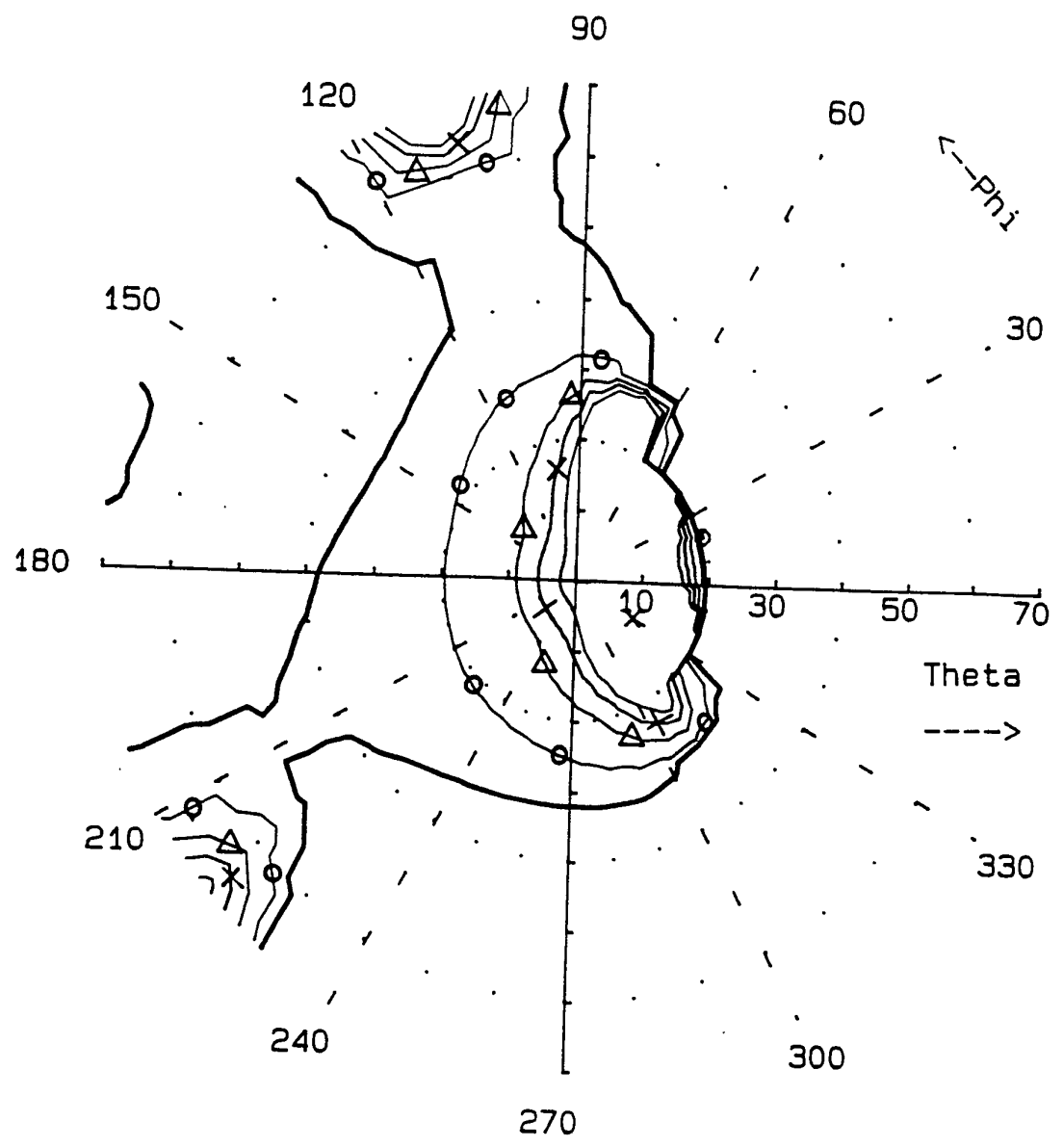
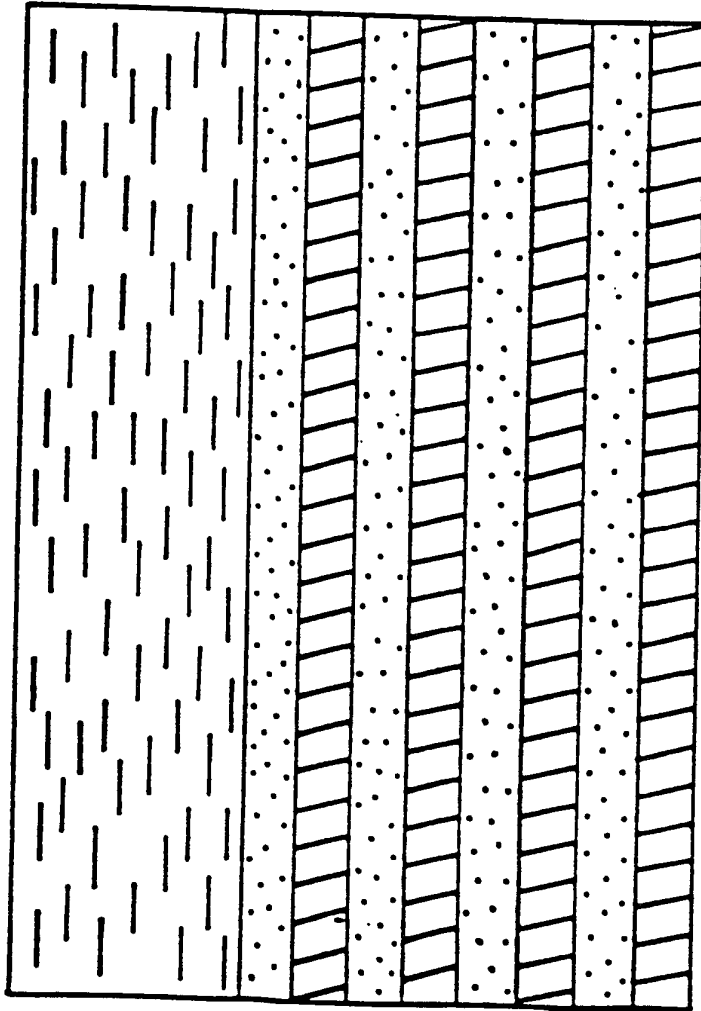


Fig. 16



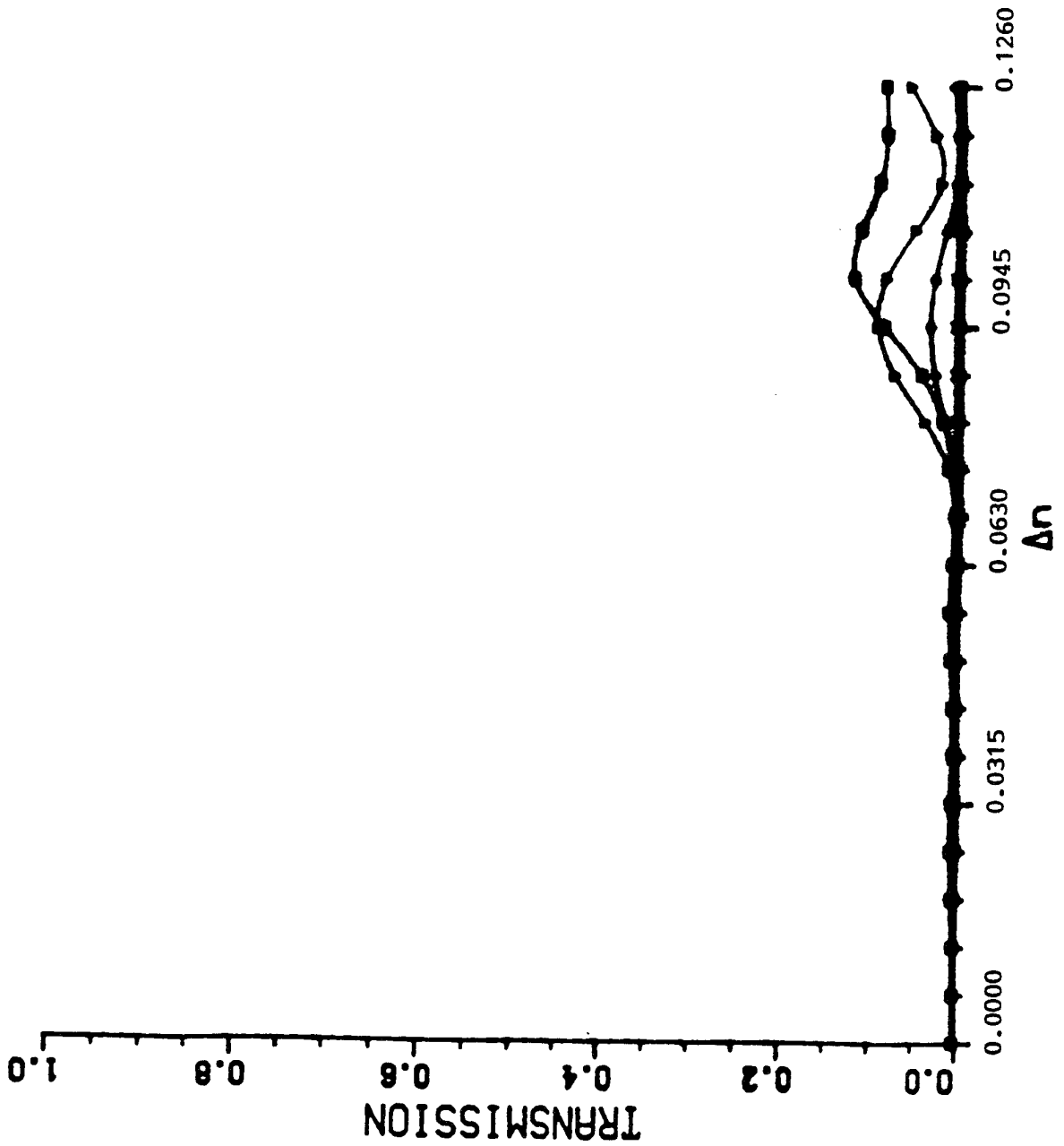
1 2 3 4 5 6 7 8

I

II

Fig. 17

Fig. 18



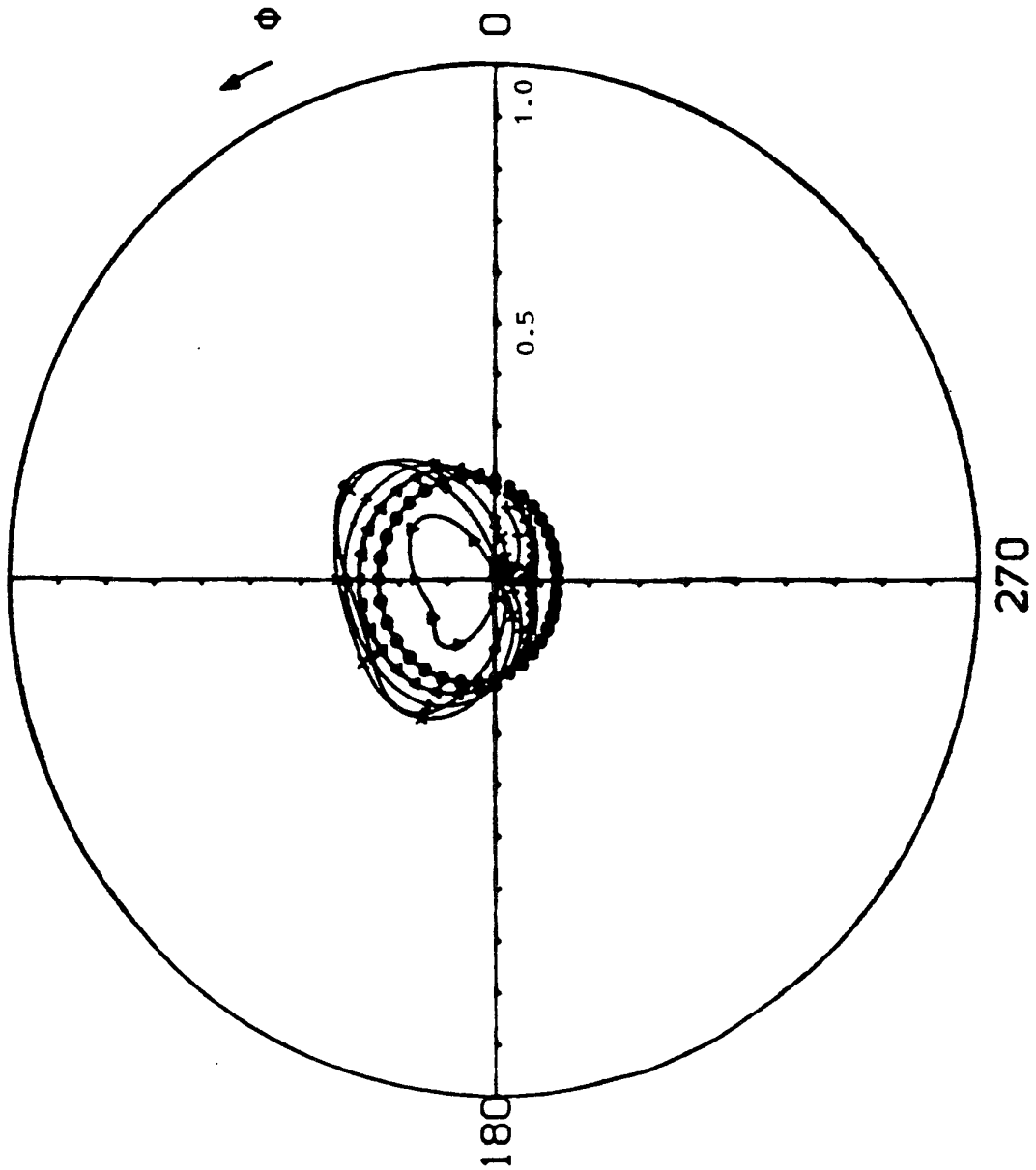


Fig. 19

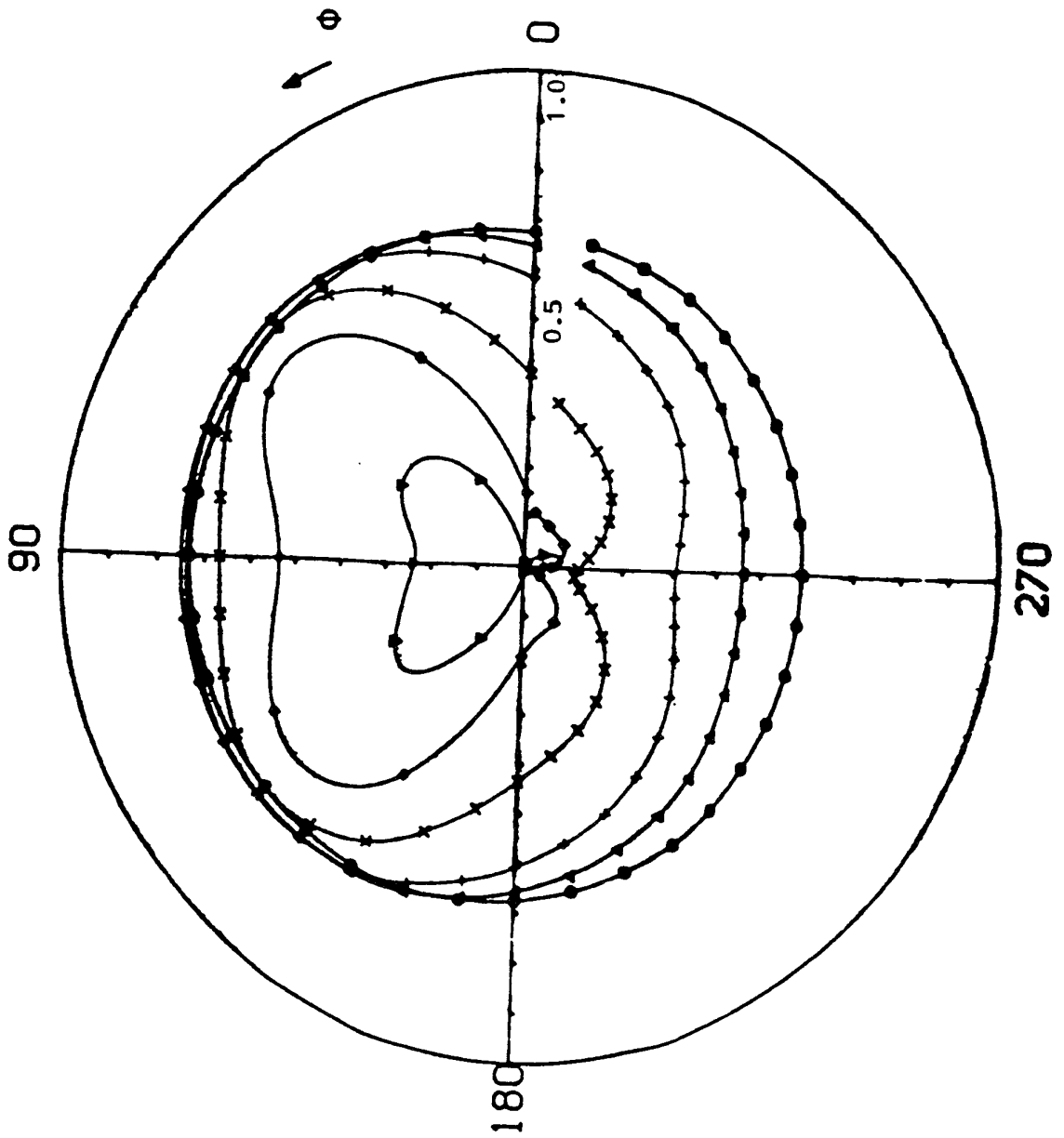
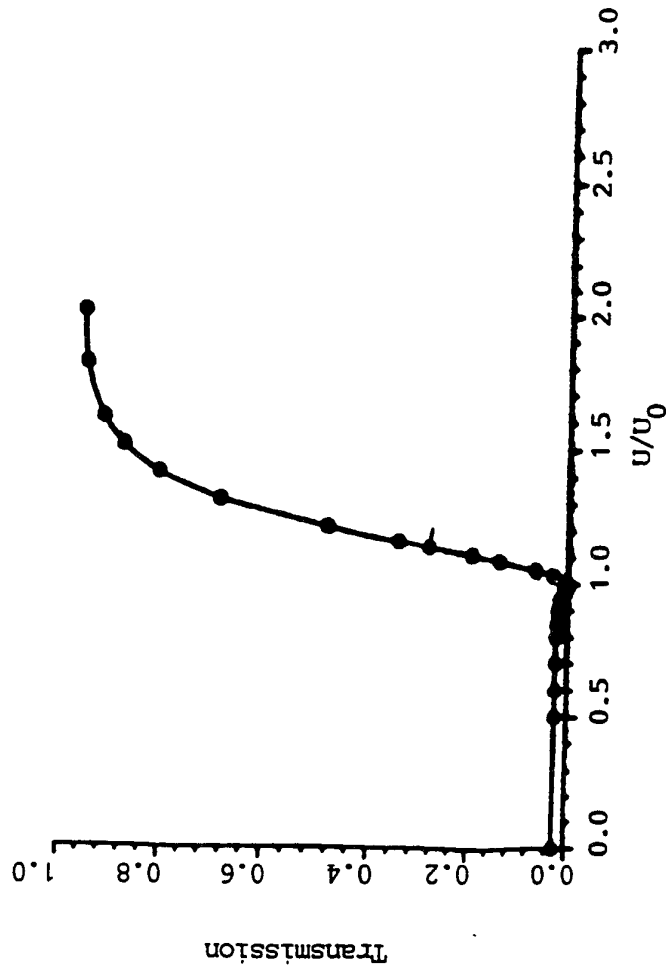


Fig. 20

Fig. 21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 91/00636

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl.5 G 02 F 1/1335 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl.5 G 02 F Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP, A1, 0297841 (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED) 4 January 1989 see abstract	1-2
X	EP, A2, 0379315 (SEIKO EPSON CORPORATION) 25 July 1990, see abstract	14
Y		4
A	EP, A2, 0349900 (STANLEY ELECTRIC CO. LTD. ET AL) 10 January 1990, see column 7 line 9 - line 25, figures 3B,3D,4	5-6
A	DE, A1, 3911620 (MERCK PATENT GMBH) 18 October 1990 see claims 1,8	9-10
Y	WO, A1, 9016005 (MERCK PATENT GMBH ET AL.) 27 December 1990, see abstract	1-2, 7-8 12-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 November 1991 (28.11.91)		Date of mailing of the international search report 16 December 1991 (16.12.91)
Name and mailing address of the ISA/ EUROPEAN PATENT OFFICE Facsimile No.		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 91/00636

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, A, 4786147 (J.-F. CLERC ET AL) 22 November 1988, see column 2, line 63 - line 68, claim 1	9-10
X	US, A, 4896947 (F. LEENHOUTS) 30 January 1990, see abstract	11
Y		1-2, 7-8, 12-13
X	US, A, 4952030 (Y. NAKAGAWA ET AL) 28 August 1990 see claims 1,4,5	11
Y		1-2, 13
Y	GB, A, 2154016 (HITACHI LTD (JAPAN)) 29 August 1985 see Abstract	1-2,4
A	EP, A2, 0371797 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 6 June 1990, see column 6, line 36 - column 7, line 5; column 8, line 12 - line 56, figures 1-2	3

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. PCT/EP 91/00636

SA 50811

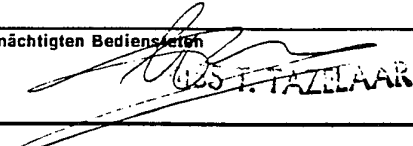
This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 31/10/91. The European Patent office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A1- 0297841	04/01/89	EP-A- 0373627	20/06/90
		JP-A- 2042406	13/02/90
		JP-A- 1118805	11/05/89
EP-A2- 0379315	25/07/90	JP-A- 2189518	25/07/90
		JP-A- 2214815	27/08/90
		JP-A- 2216119	29/08/90
		JP-A- 2223914	06/09/90
		JP-A- 2251818	09/10/90
		JP-A- 2253233	12/10/90
		JP-A- 2282725	20/11/90
		JP-A- 2287316	27/11/90
EP-A2- 0349900	10/01/90	JP-A- 2015237	18/01/90
DE-A1- 3911620	18/10/90	NONE	
WO-A1- 9016005	27/12/90	DE-A- 3925382	03/01/91
		EP-A- 0428688	29/05/91
US-A- 4786147	22/11/88	EP-A-B- 0173608	05/03/86
		FR-A-B- 2568393	31/01/86
		JP-A- 61052632	15/03/86
US-A- 4896947	30/01/90	AU-B- 605793	24/01/91
		AU-D- 7988087	28/04/88
		EP-A- 0264667	27/04/88
		JP-A- 63115137	19/05/88
US-A- 4952030	28/08/90	JP-A- 1063925	09/03/89
		JP-A- 1090419	06/04/89
GB-A- 2154016	29/08/85	DE-A- 3503259	01/08/85
		JP-A- 60162225	24/08/85
		US-A- 4652088	24/03/87
		JP-A- 60162226	24/08/85
EP-A2- 0371797	06/06/90	JP-A- 2149822	08/06/90

For more details about this annex : see Official Journal of the European patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 91/00636

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Cl.5 G 02 F 1/1335		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl.5	G 02 F	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
Y	EP, A1, 0297841 (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED) 4 Januar 1989, siehe Zusammenfassung ---	1-2
X	EP, A2, 0379315 (SEIKO EPSON CORPORATION) 25 Juli 1990, siehe Zusammenfassung	14
Y	---	4
A	EP, A2, 0349900 (STANLEY ELECTRIC CO. LTD. ET AL) 10 Januar 1990, siehe Spalte 7, Zeile 9 - Zeile 25, Figuren 3B,3D,4 ---	5-6
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰ :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
28. November 1991		6 DEC 1991
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE, A1, 3911620 (MERCK PATENT GMBH) 18 Oktober 1990, siehe Ansprüche 1,8 --	9-10
Y	WO, A1, 9016005 (MERCK PATENT GMBH ET AL) 27 Dezember 1990, siehe Zusammenfassung --	1-2,7-8, 12-13
A	US, A, 4786147 (J.-F. CLERC ET AL) 22 November 1988, siehe Spalte 2, Zeile 63 - Zeile 68, Anspruch 1 --	9-10
X	US, A, 4896947 (F. LEENHOUTS) 30 Januar 1990, siehe Zusammenfassung	11
Y	--	1-2,7-8, 12-13
X	US, A, 4952030 (Y. NAKAGAWA ET AL) 28 August 1990, siehe Ansprüche 1,4,5 --	11
Y	--	1-2, 13
Y	GB, A, 2154016 (HITACHI LTD (JAPAN)) 29 August 1985, siehe Zusammenfassung --	1-2,4
A	EP, A2, 0371797 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) 6 Juni 1990, siehe Spalte 6, Zeile 36 - Spalte 7, Zeile 5; Spalte 8, Zeile 12 - Zeile 56, Figuren 1-2 -- -----	3

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.PCT/EP 91/00636**

SA 50811

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 31/10/91
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A1- 0297841	04/01/89	EP-A- 0373627	20/06/90
		JP-A- 2042406	13/02/90
		JP-A- 1118805	11/05/89
EP-A2- 0379315	25/07/90	JP-A- 2189518	25/07/90
		JP-A- 2214815	27/08/90
		JP-A- 2216119	29/08/90
		JP-A- 2223914	06/09/90
		JP-A- 2251818	09/10/90
		JP-A- 2253233	12/10/90
		JP-A- 2282725	20/11/90
		JP-A- 2287316	27/11/90
EP-A2- 0349900	10/01/90	JP-A- 2015237	18/01/90
DE-A1- 3911620	18/10/90	KEINE	
WO-A1- 9016005	27/12/90	DE-A- 3925382	03/01/91
		EP-A- 0428688	29/05/91
US-A- 4786147	22/11/88	EP-A-B- 0173608	05/03/86
		FR-A-B- 2568393	31/01/86
		JP-A- 61052632	15/03/86
US-A- 4896947	30/01/90	AU-B- 605793	24/01/91
		AU-D- 7988087	28/04/88
		EP-A- 0264667	27/04/88
		JP-A- 63115137	19/05/88
US-A- 4952030	28/08/90	JP-A- 1063925	09/03/89
		JP-A- 1090419	06/04/89
GB-A- 2154016	29/08/85	DE-A- 3503259	01/08/85
		JP-A- 60162225	24/08/85
		US-A- 4652088	24/03/87
		JP-A- 60162226	24/08/85
EP-A2- 0371797	06/06/90	JP-A- 2149822	08/06/90

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82