



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪

618 525

⑬ Gesuchsnummer: 7506/77

⑬ Inhaber:
Asahi Glass Company Ltd., Tokyo (JP)

⑭ Anmeldungsdatum: 20.06.1977

⑬ Priorität(en): 06.07.1976 JP 51-79506
09.12.1976 JP 51-147162

⑭ Erfinder:
Kensi Matsuhiro, Sagamihara-shi/Kanagawa-ken (JP)
Yasushi Masuda, Yamato-shi/Kanagawa-ken (JP)

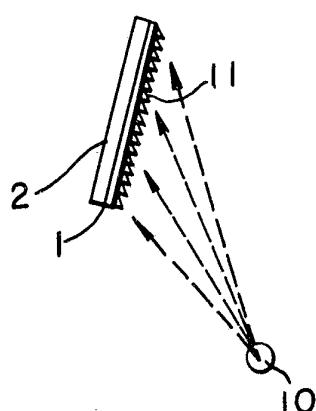
⑭ Patent erteilt: 31.07.1980

⑬ Patentschrift
veröffentlicht: 31.07.1980

⑭ Vertreter:
Walter Fr. Moser Patent Service S.A., Genève

⑭ Flüssigkristallanzeigezelle und Verfahren zur Herstellung derselben.

⑭ Um bei einer Flüssigkristallanzeigezelle mit verdrillter Struktur der nematischen Flüssigkristalle bei einem möglichst kleinen Neigungswinkel der Moleküle die Entstehung von Bereichen mit entgegengesetztem Verdrillungssinn zu verhindern, ist auf einem Substrat (2) mit einer Elektrodenschicht (1) ein aus zwei Schichten bestehender Molekülorientierungsfilm (11) aufgebracht, wobei die beiden Schichten nacheinander durch schrages Aufdampfen mit unterschiedlichen Neigungen zum Substrat (2) abgeschieden wurden. Die so hergestellte Flüssigkristallanzeigezelle hat einen weiten Betrachtungswinkel und der orientierende Film ergibt einen kleinen Neigungswinkel der Moleküle zum Substrat, was für den Multiplexbetrieb optimal ist. Der Orientierungsfilm kann gegen eine Wärmebehandlung von etwa 500°C beständig ausgebildet werden und eignet sich somit optimal für mit Glaslot versiegelte Flüssigkristallanzeigezellen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Flüssigkristallanzeigezelle mit einer Flüssigkristallsubstanz zwischen zwei Substraten, deren jedes einen elektrisch leitfähigen Film und einen Molekülorientierungsfilm aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Molekülorientierungsfilm aus zwei durch Schrägbedämpfung gebildeten Schichten besteht, wobei die erste entsprechend einem Aufdampfwinkel von 60 bis 88° und die zweite entsprechend einem Aufdampfwinkel von 45 bis 75° ausgebildet ist.

2. Flüssigkristallanzeigezelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke d_1 der ersten Schicht und die Dicke d_2 der zweiten Schicht der folgenden Beziehung gehorchen: $0,05 < d_2/d_1 < 30$.

3. Flüssigkristallanzeigezelle nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke d_1 der ersten Schicht im Bereich von $20 \text{ \AA} < d_1 < 1000 \text{ \AA}$ liegt.

4. Flüssigkristallanzeigezelle nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke d_2 der zweiten Schicht im Bereich von $50 \text{ \AA} < d_2 < 600 \text{ \AA}$ liegt.

5. Flüssigkristallanzeigezelle nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen den Orientierungsrichtungen der ersten und der zweiten Schicht im Bereich von $10^\circ < \varphi < 60^\circ$ oder $120^\circ < \varphi < 170^\circ$ liegt.

6. Flüssigkristallanzeigezelle nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrisch leitfähige Film ein Muster für den Multiplexbetrieb aufweist.

7. Verfahren zur Herstellung der Flüssigkristallanzeigezelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man ein Substrat mit dem Material für die Molekülorientierungsschicht unter einem Einfallswinkel von 60 bis 88° bedämpft, um die erste Schicht abzuscheiden und danach diese erste Schicht mit dem genannten Material unter einem Einfallswinkel von 45 bis 75° bedämpft, um die zweite Schicht abzuscheiden.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass beiden Aufdampfschritte ohne Unterbrechung im selben Vakuumbehälter ausgeführt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass nach Ausbildung der ersten Schicht das Substrat um eine Achse gedreht wird, welche senkrecht zur Ebene verläuft, die durch die Bedampfungsrichtung für die erste Schicht und jene für die zweite Schicht geht, worauf die zweite Schicht durch Abscheidung aus derselben Verdampfungsquelle im selben Vakuumsystem gebildet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Schicht und die zweite Schicht durch Abscheidung aus verschiedenen Verdampfungsquellen im selben Vakuumsystem gebildet werden.

Die Erfindung betrifft eine Flüssigkristallanzeigezelle mit einem Film zur orientierenden Ausrichtung der Flüssigkristallmoleküle sowie ein Verfahren zur Herstellung dieser Zelle.

Bisher wurde die Ausrichtung oder Orientierung der Flüssigkristallmoleküle durch ein Reibverfahren bewirkt. Dieses Reibverfahren verträgt sich jedoch nicht mit der hohen Versiegelungstemperatur, welche beim Versiegeln mit Glas erforderlich ist. Andererseits ist es bekannt, einen orientierenden Film nach einem Schrägaufdampfverfahren herzustellen. Dabei erhält man einen thermisch stabilen Orientierungsfilm. Dieses Verfahren wurde z. B. beschrieben von E. Guyon, P. Pieranski & M. Boix «On different boundary conditions of nematic films deposited on obliquely evaporated plates», Lett. Appl. Eng. Sci., Band 1, Seiten 19–24, 1973, US-Patent-Anmeldung Nr. 386 472 vom 7. August 1973, welche am 10. September 1974 zu dem US-Patent 3 834 792 führt; US-Patent-Anmeldung Nr.

480 665 vom 19. Juni 1974, welche am 22. Juni 1976 zu dem US-Patent Nr. 3 964 158 führte.

Bei dem bekannten Verfahren beträgt der Kippwinkel der Flüssigkristallmoleküle zur Substratoberfläche etwa 0° oder etwa 25° . Wenn der Kippwinkel etwa 0° beträgt, ist es schwierig, nach Abschalten des elektrischen Feldes in der Zelle die Ausbildung von Bereichen mit entgegengesetzt verdrillten Flüssigkristallmolekülen zu unterdrücken. Wenn der Kippwinkel etwa 25° beträgt, so unterliegen die Richtungen, aus denen die Anzeige leicht lesbar ist, erheblichen Beschränkungen, so dass der Betrachtungswinkel-Bereich schmal ist und die Anzeigezelle keine guten Multiplexeigenschaften hat.

Ein molekülorientierender Film mit zwei Schichten zur Verhinderung einer Verdrillungsumkehr wurde z.B. in der japanischen Patentanmeldung Nr. 138849/1975 vom 6. November 1975 beschrieben, sowie in dem US-Patent 3 967 883 vom 6. Juli 1976. In der genannten Anmeldung findet sich keine Beschreibung der speziellen Struktur und der Herstellung derselben und im US-Patent 3 967 883 ist die zweite Schicht, welche mit den Flüssigkristallmolekülen in Berührung kommt, extrem dünn (weniger als 20 \AA), so dass die Steuerung der Filmdicke schwierig ist und die Reproduzierbarkeit und Stabilität bei einer industriellen Fertigung unbefriedigend sind.

Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Flüssigkristallanzeigezelle zu schaffen, welche leicht lesbar ist und bei der die Flüssigkristallmoleküle ohne Verdrillungsumkehr in einem Sinn verdrillt sind. Die erfindungsgemäße Flüssigkristallanzeigezelle soll einen weiten Betrachtungswinkel, sowie ausgezeichnete Multiplexeigenschaften haben und der Orientierungsfilm soll gegen hohe Temperaturen stabil sein. Ferner wird ein Verfahren zur Ausbildung eines stabilen Orientierungsfilm mit hoher Reproduzierbarkeit vorgeschlagen, welches gegenüber den bisherigen Verfahren vereinfacht ist und weniger Verfahrensschritte erfordert und sich somit besser für die Massenfertigung eignet.

Die vorstehende Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens ein Molekülorientierungsfilm aus zwei durch Schrägbedämpfung gebildeten Schichten besteht, wobei die erste entsprechend einem Aufdampfwinkel von 60 bis 88° und die zweite entsprechend einem Aufdampfwinkel von 45 bis 75° ausgebildet ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Feldeffekt-Flüssigkristallanzeigezelle;

Fig. 2 ein Elektrodenmuster für Multiplexbetrieb;

Fig. 3 den Einfallswinkel Θ ;

Fig. 4 die Bildung eines Orientierungsfilm;

Fig. 5 eine vergrößerte Ansicht des Orientierungsfilm;

Fig. 6 den Kreuzungswinkel φ zwischen der ersten Schicht und der zweiten Schicht;

Fig. 7 und 9 Diagramme der Spannungs-Leucht-Charakteristik und

Fig. 8 eine schematische Ansicht einer Flüssigkristallanzeigezelle gemäß vorliegender Erfindung.

Die Feldeffekt-Flüssigkristallanzeigezelle hat den Aufbau gemäß Fig. 1. Auf einem Paar von Substraten 2, 4, z.B. Glasplatten, ist jeweils eine elektrisch leitfähige Folie (Elektrode) 1, 3 aus Zinnoxid und/oder Indiumoxid mit einem vorbestimmten Muster ausgebildet. Die Substrate sind mit Hilfe eines Abstandselementes 5 in einem vorbestimmten Abstand einander gegenüber angeordnet. Eine Flüssigkristallsubstanz 6 ist in den Zwischenraum eingefüllt und der Zwischenraum ist versiegelt. Ein Paar Polarisatoren 7, 8 sind auf den Außenflächen der Substrate 2, 4 vorgesehen.

Wenn an die Elektroden 1, 3 mittels einer Treiberschaltung 9 ein elektrisches Feld abgelegt wird, so findet eine Anzeige

statt durch die Reorientierung der Flüssigkristallmoleküle. Bei einem Multiplexbetrieb der Anzeige sind gemeinsame Segmente für beide Elektroden in Form eines Elektrodenmusters gemäss Fig. 2 angeordnet und die Anzeige erfolgt im Multiplexbetrieb.

Bei der erfindungsgemässen Flüssigkristallanzeigezelle wird die erste Schicht gemäss Fig. 3 mit einem Einfallsinkel Θ_1 von 60 bis 88° auf den Oberflächen der Substrate abgeschieden, und zwar auf den die Elektroden tragenden Oberflächen, welche mit den Flüssigkristallmolekülen in Berührung stehen. Danach wird die zweite Schicht mit einem Einfallsinkel Θ_2 von 45 bis 75° auf der ersten Schicht abgeschieden. Die erste Schicht auf der Oberfläche des Substrats wird durch Abscheidung von orientierendem Material, wie SiO_2 , MgF_2 , WO_3 , MoO_3 oder dgl. mit dem ausgewählten Einfallsinkel auf das Substrat ausgebildet. Zur Abscheidung des orientierenden Materials auf die Oberfläche des Substrats mit dem gewünschten Einfallsinkel wird die Verdampfungsquelle 10 in der Neigungsrichtung zu einer senkrecht zur Oberfläche des Substrats verlaufenden Linie angeordnet. Geeignete Verfahren zur Abscheidung sind die Vakuumaufdampfung, das Sputter-Verfahren und andere bekannte Dampfverfahren.

Fig. 5 zeigt eine vergrösserte Teilansicht der erhaltenen ersten Schicht. Die Richtung der Verdampfungsquelle wird bestimmt durch den Winkel $\angle hsa = \Theta$ (Einfallsinkel) zwischen der Richtung der verdampften Teilchen sa (Einfallsrichtung) von der Verdampfungsquelle 10 und der senkrechten Linie hs auf das Substrat gemäss Fig. 3. In Fig. 3 bezeichnet die Richtung sa' die Projektion der Linie sa auf das Substrat. Diese wird im folgenden als Abscheidungsrichtung bezeichnet. Man erhält die Wirkung des Orientierungsfilms wenn der Einfallsinkel Θ_1 im Bereich von 45 bis 89,9° und vorzugsweise von 60 bis 88° und speziell von 70 bis 85° liegt. Diese Massnahme ist wirksam hinsichtlich der Kohärenz der zweiten Schicht. Die zweite, auf die erste Schicht aufgebrachte Schicht wird ebenfalls durch Abscheidung von fluchtenden Materialien, wie SiO_2 , MgF_2 , WO_3 , MoO_3 usw. in einem ausgewählten Einfallsinkel Θ_2 auf das Substrat aufgebracht. Der gewünschte Effekt des Orientierungsfilms wird erhalten, wenn der Einfallsinkel Θ_2 im Bereich von 45 bis 89,9° liegt. Zur Erzielung ausgezeichneter Multiplexcharakteristika ist es bevorzugt, das Orientierungs- material in einem Einfallsinkel Θ_2 von 45 bis 75° und speziell 50 bis 70° abzuscheiden. Bei der Abscheidung beeinflusst der Kreuzungswinkel φ zwischen der Abscheidungsrichtung a 's der ersten Schicht und der Abscheidungsrichtung b 's der zweiten Schicht (Fig. 6) den Neigungswinkel oder Kippwinkel relativ zum Substrat.

Dieser Winkel wird im Bereich von $0^\circ < \varphi < 89^\circ$ oder $91^\circ < \varphi < 179^\circ$ ausgewählt. Zur Erzielung ausgezeichneter Multiplexcharakteristika ist ein Winkel φ im Bereich von $10^\circ < \varphi < 60^\circ$ oder $120^\circ < \varphi < 170^\circ$ bevorzugt.

Erfindungsgemäss erhält man den Kippwinkel oder Neigungswinkel der Flüssigkristallmoleküle durch die gegenseitige Kombination der ersten Schicht und der zweiten Schicht. Eine Dicke d_1 der ersten Membran ist nicht kritisch und beträgt vorzugsweise 20 bis 1000 Å während die Dicke d_2 der zweiten Schicht vorzugsweise im Bereich von $0,05 < d_2/d_1 < 30$ liegt. Es ist gewöhnlich bevorzugt, eine Dicke d_2 von 50 bis 600 Å zu wählen. Zur Ausbildung eines orientierenden Films bestehend aus zwei Schichten wird die erste Schicht ausgebildet durch Abscheidung in einem ausgewählten Abscheidungswinkel oder Einfallsinkel und in einer ausgewählten Abscheidungsrichtung. Dann wird das Vakuum unterbrochen und das Substrat wird auf den vorbestimmten Winkel neu eingestellt und dann wird die zweite Schicht durch Abscheidung ausgebildet, und zwar wie bei der Ausbildung der ersten Schicht. Ein solches Verfahren ist jedoch nachteilig, da die Abscheidung in zwei

Stufen erfolgt. Dies ist nicht einfach durchführbar und auf der Oberfläche des Substrats erscheinen vor der zweiten Abscheidung Flecke und Defekte, so dass die Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit des orientierenden Films nicht genügend gross sind. Es ist daher bevorzugt, die erste Schicht und die zweite Schicht dadurch auszubilden, dass man den Einfallsinkel und die Abscheidungsrichtung bei Beibehaltung des Vakuums wechselt (ein einziges Vakuumsystem).

Fig. 6 zeigt die Einfallsrichtung und die Abscheidungsrichtung für die erste Abscheidung und für die zweite Abscheidung des orientierenden Materials auf das Substrat. Die Bezugszeichen a , a' , b und b' bezeichnen die Einfallsrichtung bzw. die Abscheidungsrichtung der ersten Schicht und die Einfallsrichtung und Abscheidungsrichtung der zweiten Schicht.

Bei dem Verfahren zur Ausbildung der ersten Schicht und der zweiten Schicht in einem einzigen Vakuumsystem wird zunächst die erste Abscheidung durchgeführt und dann wird das Substrat 1 um eine Achse gedreht, welche senkrecht zur Ebene verläuft, welche durch die beiden Linien a und b aufgespannt ist und danach wird die zweite Abscheidung vorgenommen, so dass die beiden Schichten im gleichen Vakuumsystem ausgebildet werden. Als Achse für die Drehung des Substrats dient vorzugsweise die Linie, welche durch s hindurchgeht und den oben genannten Bedingungen genügt. Das Bezugszeichen S bezeichnet einen Punkt, welcher im wesentlichen in der Mitte des Substrats liegt. Das Substrat kann in verschiedenster Weise in dem Vakuum gedreht werden, z. B. mit Hilfe eines Motors, von Hand oder dgl.

Bei einem abgewandelten Verfahren kann der Orientierungsfilm der beiden Schichten ausgebildet werden, indem man zunächst die erste Schicht von einer der Aufdampfquellen aufdampft und dann die Elektrodenplatte umdreht und die Aufdampfung der zweiten Schicht von der anderen der Aufdampfquellen im Vakuumsystem vornimmt.

Eine Zelle kann hergestellt werden, indem man das erhaltene Substrat mit dem Orientierungsfilm auf mindestens einer Seite verwendet, sowie das Substrat mit dem in gleicher Weise ausgebildeten Orientierungsfilm oder einem in herkömmlicher Weise ausgebildeten Orientierungsfilm auf der anderen Seite. Dazwischen ist ein Abstandselement vorgesehen. Die Flüssigkristallsubstanz wird in den Zwischenraum eingefüllt. Dabei erhält man die erfindungsgemässen Flüssigkristallanzeigezelle. Die Flüssigkristallmoleküle sind mit einem Kippwinkel oder Neigungswinkel von 2 bis 20° zum Substrat orientiert durch den Effekt des Orientierungsfilms. Hierdurch wird eine umgekehrte Neigung oder Kippung nicht hervorgerufen, wenn man das elektrische Feld anlegt. Man erhält somit eine Einkristallstruktur und die Anzeige ist klar und deutlich lesbar. Der Kipp- oder Neigungswinkel kann vorzugsweise im Bereich von 2 bis 6° liegen, wobei man eine Flüssigkristallanzeigezelle mit ausgezeichneten Multiplexcharakteristika erhält.

Wenn der herkömmliche Orientierungsfilm mit einer einzigen Schicht bei einem Einfallsinkel von 75 bis 89,9° hergestellt wird, so beträgt der Kippwinkel, wie oben beschrieben, etwa 25°.

Fig. 7 zeigt die Vergleichsdaten der Multiplexcharakteristik der herkömmlichen Anzeigezelle und der erfundungsgemässen Anzeigezelle. Die herkömmliche Anzeigezelle wurde dabei hergestellt unter Verwendung eines Substrats mit einem Kippwinkel von etwa 25° während die erfundungsgemässen Anzeigezelle unter Verwendung eines Substrats mit einem Kippwinkel von etwa 4° hergestellt wurde. Die ausgezogene Linie bezeichnet die Spannungs-Leucht-Charakteristik der erfundungsgemässen Anzeigezelle, während die gestrichelte Linie die Spannungs-Leucht-Charakteristik der herkömmlichen Anzeigezelle bezeichnet. Die Betriebsgrenze ist gegeben durch die Spannungsdifferenz $V_{off} - V_{on}$, wobei V_{on} die Spannung bedeutet, bei

der der mit ON bezeichnete Leuchtzustand vorliegt, während V_{off} die Spannung bezeichnet, bei der der mit OFF bezeichnete Leuchtzustand vorliegt. Fig. 7 zeigt, dass die erfundungsgemäße Anzeigezelle einen breiten Arbeitsbereich zeigt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert.

Beispiel 1

Ein Orientierungsfilm 11 wird ausgebildet durch Abscheidung von Zinnoxid, welches mit Indiumoxid dotiert ist (1) auf ein Glassubstrat, gefolgt von einer Abscheidung von SiO mit einem Einfallsinkel von 60° und einer Dicke von 200 Å. Das erhaltene Erzeugnis dient als erstes Substrat.

Zur Herstellung des anderen Substrats wird eine erste Schicht 11 durch Abscheidung von mit Indiumoxid (3) dotiertem Zinnoxid auf ein Glassubstrat 4 ausgebildet, worauf SiO mit einem Einfallsinkel von 82° und einer Dicke von 100 Å auf die zuvor abgeschiedene Fläche abgeschieden wird. Sodann wird eine zweite Schicht von SiO mit einem Einfallsinkel von 60° bei einem Kreuzungswinkel von 170° auf der ersten Schicht 11 abgeschieden, und zwar mit einer Dicke von 200 Å. Aus dem beiden Substraten mit Orientierungsfilmern wird eine Flüssigkristallanzeigezelle gemäß Fig. 8 hergestellt, wobei ein Abstandselement 5 verwendet wird. Die Zelle wird mit einer nematischen Flüssigkristallsubstanz vom P-Typ gefüllt. Wenn die Anzeigezelle mit Hilfe einer Treiberschaltung 9' mit Multiplexsignalen beaufschlagt wird, so wird ein Einkristall ausgebildet und man erzielt ausgezeichnete Multiplexeigenschaften. Die Spannungs-Leucht-Charakteristik der Anzeigezelle ist in Fig. 9b gezeigt.

Beispiel 2

Das mit Indiumoxid dotierte Zinnoxid wird auf ein Glassubstrat abgeschieden und mit einem gewünschten Muster geätzt. Das Glassubstrat wird in einer Halterung derart gehalten, dass sich ein Einfallsinkel von 85° bei der Vakuumabscheidung

ergibt. Die erste Schicht mit einer Dicke von 200 Å wird durch Abscheidung von SiO unter einem Vakuum von 1×10^{-5} Torr mit einer Abscheidungsgeschwindigkeit von 5 Å/sec ausgebildet. Das Substrat wird sodann um 35° gedreht, und zwar um die Achse, welche durch die Mittellinie des Substrats geht. Dies geschieht durch Drehung des in der Halterung gehaltenen Substrats mit einem Aussendrehmechanismus. Die Abscheidungsrichtung der zweiten Schicht beträgt etwa 20° zur Abscheidungsrichtung der ersten Schicht und der Einfallsinkel beträgt 60° . Die zweite Schicht hat eine Dicke von 200 Å und wird gebildet durch Abscheidung von SiO mit einer Abscheidungsgeschwindigkeit von 20 Å/sec unter den oben genannten Bedingungen, wobei man ebenfalls einen Orientierungsfilm erhält.

Es wird wiederum unter Verwendung der beiden Substrate mit Orientierungsfilmern eine Flüssigkristallanzeigezelle hergestellt. Die Anzeigezelle bildet einen Einkristall aus und zeigt ausgezeichnete Multiplexeigenschaften.

Beispiel 3

Auf einem Glassubstrat wird mit Antimonoxid dotiertes Zinnoxid abgeschieden. Das Substrat wird dabei auf einer Halterung gehalten und der Einfallsinkel beträgt 80° zur ersten Aufdampfquelle bzw. 60° zur zweiten Aufdampfquelle. Eine erste Schicht mit einer Dicke von 100 Å wird durch Abscheidung von SiO bei 1×10^{-5} Torr und bei einer Abscheidungsgeschwindigkeit von 8 Å/sec durch die erste Aufdampfquelle gebildet. Sodann wird das Substrat um 30° gedreht, und zwar um eine Achse, welche senkrecht zum Substrat verläuft. Dies geschieht mit Hilfe eines Halterungsdrehmechanismus. Sodann wird eine zweite Schicht mit einer Dicke von 200 Å ausgebildet durch Abscheidung von SiO mit einer Abscheidungsgeschwindigkeit von 15 Å/sec mit Hilfe einer zweiten Aufdampfquelle. Dabei wird ebenfalls ein orientierender Film gebildet.

Unter Verwendung der beiden Substrate mit Orientierungsfilmern wird eine Flüssigkristallanzeigezelle hergestellt. Dabei werden die gleichen Effekte erzielt wie bei Beispiel 2.

FIG. 1

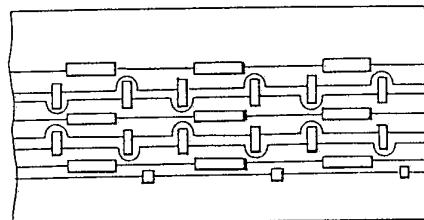


FIG. 2a

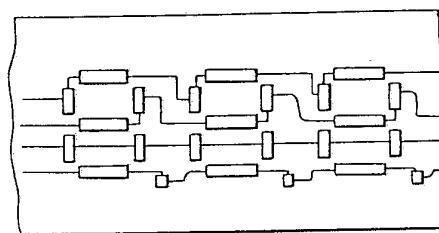
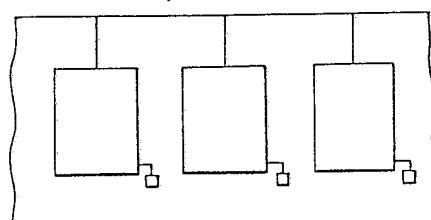


FIG. 2b

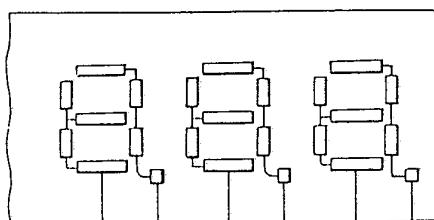


FIG. 3

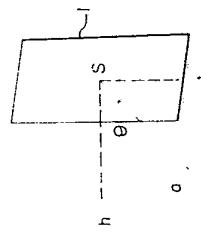


FIG. 4

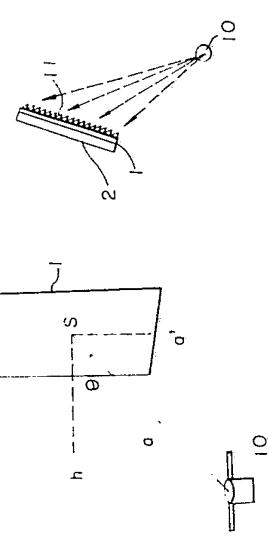


FIG. 5

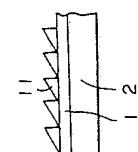


FIG. 6

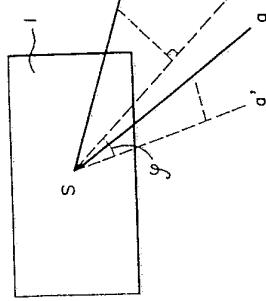


FIG. 7

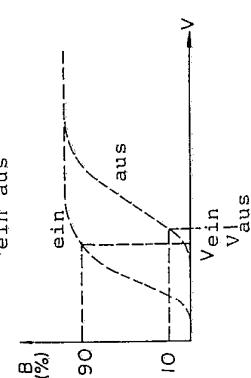
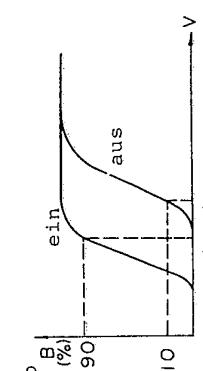


FIG. 9 a

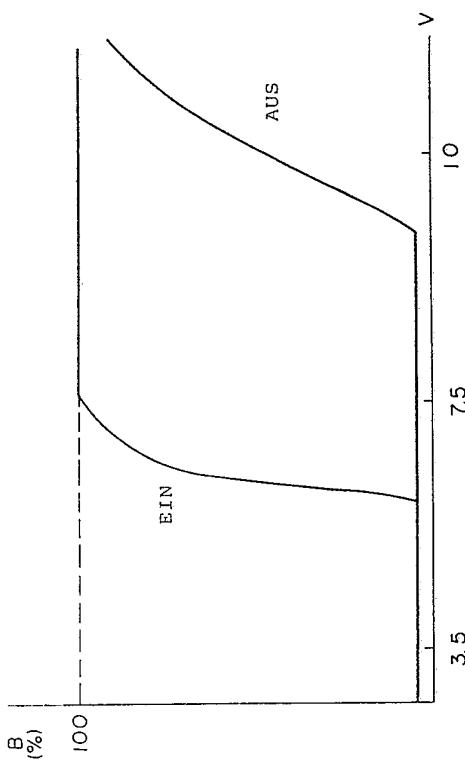


FIG. 9 b

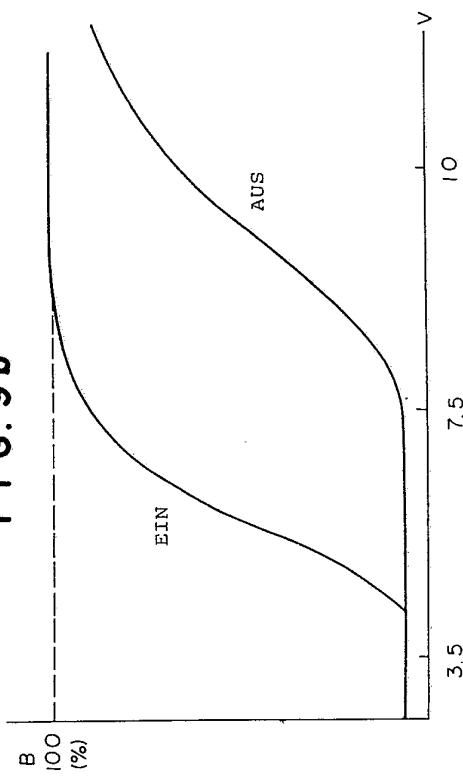


FIG. 8

