

(19)



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.²:

G 02 F 1/13
G 04 C 17/00

(12)

AUSLEGESCHRIFT A3

(11)

614 828 G

(21) Gesuchsnummer: 7652/76

(61) Zusatz von:

(62) Teilgesuch von:

(22) Anmeldungsdatum: 16. 06. 1976

(30) Priorität:

(42) Gesuch bekanntgemacht: } 28. 12. 1979
(44) Auslegeschrift veröffentlicht: }

(71) Patentbewerber: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden

(74) Vertreter:

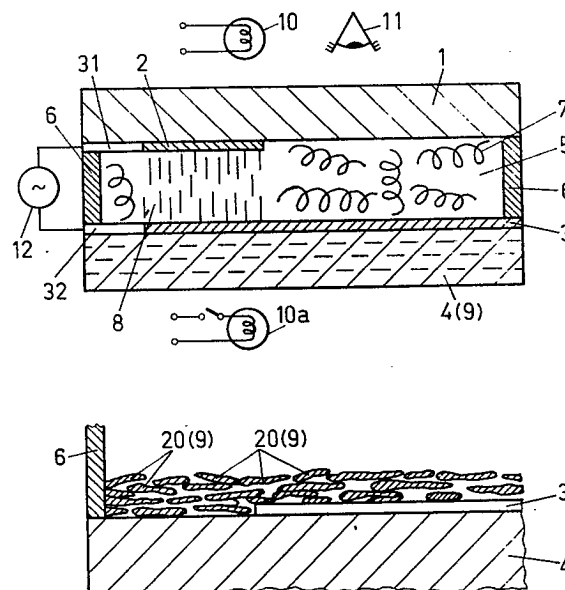
(72) Erfinder: Rino Doriguzzi, Döttingen, Markus Egloff, Wettingen, Meinolph Kaufmann, Fislisbach, und Dr. Terry J. Scheffer, Forch

(56) Recherchenbericht siehe Rückseite

(54) Flüssigkristallanzeige mit einer Gast-Wirt-Flüssigkristallschicht, sowie Verfahren zur Herstellung dieser Flüssigkristallanzeige

(57) Es wird eine Flüssigkristallanzeige mit einem an der Rückelektrode vorgesehenen Reflektor beschrieben, bei welcher die Potentialdifferenz zwischen den angesteuerten Zuleitungen zu den Segmenten der Vorderelektrode und dem jeweils gegenüberliegenden Teil des Reflektors stets kleiner als die Schwellwert-Spannung der Flüssigkristallschicht ist. Die offenbarte Flüssigkristallanzeige ist gekennzeichnet durch eine Gast-Wirt-Flüssigkristallschicht sowie durch auf der Rückelektrode (3) und/oder auf der Innenfläche der rückseitigen Zellenplatte (4) aufgebrachte, elektrisch leitfähige und gegeneinander elektrisch isolierte Teilbereiche (20) als Reflektor (9).

Die so gekennzeichnete Anzeige ist preisgünstig herstellbar, weist im Vergleich zu bisherigen Anzeigen, insbesondere zu den bekannten nematischen Drehzellen, bessere optische Eigenschaften und einen grösseren Betrachtungswinkel auf, ohne dass Segmentzuleitungen beim Ansteuern sichtbar werden. Die offenbarte Anzeige findet ihre Verwendung in der modernen Anzeigenherstellung.





Bundesanmt für geistiges Eigentum
Office fédéral de la propriété intellectuelle
Ufficio federale della proprietà intellettuale

RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

7 652/76

I.I.B. Nr.:

HO 12 163

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
	DE - A - 2 349 208 (DAINIPPON PRINTING) - S.4-6; S.10, letzter Abs.; S.12, Z.8-17; S.14, in der Mitte; S.15, 3.Abs.; S.21, letzter Abs. bis S.25, letzter Abs.; S.32, letzter Abs.; S.33, erster u. zweiter Abs.; PAe 1 u. 3; Fig. 10a, 10b, 11, 12, 19, 21 u. 23.	I, III
	CH - A - 576 153 (PHILIPS) - Sp.1, Z.41-60; Sp.2, Z.24-27, 34-43; Fig. 1 u. 2.	I, 7, 9, 17
	GB Zeitschrift "RESEARCH DISCLOSURE", Vol. 121, Mai 1974, S.58-59, Art. ohne Autorangabe "Liquid crystal display devices" - S.59, linke Sp., letzter Abs.	2, 13
	DE - A - 2 312 659 (MARCONI CO.) - S.2, 3.Abs.; S.3; PAe 1 u. 7.	10, 11
	FR - A - 2 128 761 (HAMILTON WATCH) - S.9, Z.21-36; Fig. 1 u. 4.	III, 19
	DE - A - 2 445 325 (VEB WERK FÜR FERNSEHELEKTRONIK) - S.3, letzter Abs.; S.4.	6
Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.²)		
Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente: X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung P: document intercalaire Zwischenliteratur T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument &: membre de la même famille, document correspondant Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument		
Etendue de la recherche/Umfang der Recherche		
Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche: Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche: Raison: Grund:		
Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche		Examinateur I.I.B./I.I.B. Prüfer
23. Dezember 1976		

PATENTANSPRÜCHE

1. Flüssigkristallanzeige mit einer flächenförmigen Flüssigkristallschicht, die zwischen einer auf einer ersten Zellenplatte befindlichen Vorder- und einer auf einer zweiten Zellenplatte befindlichen Rückelektrode angeordnet ist, und einem an der Rückelektrode vorgesehenen Reflektor, wobei zumindest die Vorderelektrode aus Segmenten besteht, die über Segmentzuleitungen mit einer Steuerspannungsquelle verbunden sind, und wobei zumindest der den Segmentzuleitungen gegenüberliegende Teil des Reflektors derart elektrisch isoliert ist, dass bei Betrieb der Flüssigkristallanzeige die Potentialdifferenz zwischen Segmentzuleitungen und gegenüberliegendem Teil des Reflektors kleiner als die Schwellwert-Spannung der Flüssigkristallschicht ist, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Flüssigkristallanzeige mit einer Gast-Wirt-Flüssigkristallschicht (5) ausgebildet ist und dass als Reflektor (9) auf der Rückelektrode (3) und/oder auf der Innenfläche der rückseitigen Zellenplatte (4) aufgetragene, elektrisch leitfähige und gegeneinander elektrisch isolierte Teilbereiche (20, 21) mit Durchmessern bis zu 500 μm vorgesehen sind.

2. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Teilbereiche Metallteilchen (20) vorgesehen sind, welche durch eine elektrisch isolierende Substanz derart voneinander getrennt sind, und dass der Reflektor (9) in der Elektrodenfläche eine Leitfähigkeit von höchstens 10 μS pro Quadrat aufweist.

3. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallteilchen (20) aus Aluminium-Pigmenten bestehen und in Schichtdicken von 0,2 bis 50 μm aufgebracht sind.

4. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als elektrisch isolierende Substanz Glaslotpulver mit einer Korngrösse zwischen 0,1 und 5 μm und mit einem 5 Gewichtsprozent der Metallteilchen betragenden Anteil vorgesehen ist.

5. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass als elektrisch isolierende Substanz Partikeln wenigstens eines der nachstehend aufgeführten Stoffe:



vorgesehen sind, wobei die grösste Ausdehnung dieser Partikeln annähernd dem Sollabstand der gegenüberliegenden Zellenplatten entspricht.

6. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass den isolierten Metallteilen (20) Galfasern von 20 bis 100 μm Länge und einer Dicke, welche dem Sollabstand der gegenüberliegenden Zellenplatten (1, 4) entspricht, beigemischt sind.

7. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbereiche (21) aus Aluminium sind und 50 bis 500 μm Kantenlänge bzw. Durchmesser aufweisen.

8. Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbereiche (21) durch Trennzonen (30) von 10 bis 50 μm Breite voneinander getrennt sind und dass die Trennzonen (30) derart verlaufen, dass jede einzelne Segmentzuleitung (31) der Vorderelektrode in ihrer Projektion auf den Reflektor (9) vollständig durch Trennzonen (30) eingerahmt ist.

9. Verfahren zur Herstellung einer Flüssigkristallanzeige nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Reflektor (9) durch Beschichten der Rückelektrode (3) und/oder der rückseitigen Zellenplatte (4) mit metallisch oder weiss reflektierenden Partikeln oder durch Einbringen von metallisch oder weiss und diffus reflektierenden Partikeln in die rückseitige Zellenplatte (4) erzeugt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückelektrode (3) und die rückseitige Zellenplatte

(4) in einer Dicke von 10 bis 40 μm mit einer Mischung, bestehend aus einem Binder (28) und Metallteilen (20), beschichtet werden und dass der Binder (28) in einem nachfolgenden Wärmeprozess bei Temperaturen von 200 bis 500° C ausgetrocknet oder verbrannt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschichtung der Rückelektrode (3) und der rückseitigen Zellenplatte (4) in einem Siebdruckverfahren durchgeführt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass nach erfolgter Beschichtung der Rückelektrode (3) und der rückseitigen Zellenplatte (4) Abstandselemente in die Beschichtungsmischung bzw. die noch nicht ausgehärtete Schicht eingebracht werden.

13. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückelektrode (3) und die rückseitige Zellenplatte (4) durch einen Aufdampf- oder Kathodenzerstäubungsprozess mit Reflektormaterial beschichtet werden und dass durch einen anschliessenden Ätzprozess dieses Reflektormaterial in Teilbereiche aufgeteilt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückelektrode (3) und die rückseitige Zellenplatte (4) durch ein auf der Rückelektrode (3) und auf der Zellenplatte (4) aufliegendes monofiles Gewebe partiell bedampft werden.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Flüssigkristallanzeige mit einer flächenförmigen Flüssigkristallschicht, die zwischen einer auf einer ersten Zellenplatte befindlichen Vorder- und einer auf einer zweiten Zellenplatte befindlichen Rückelektrode angeordnet ist, und einem an der Rückelektrode vorgesehenen Reflektor, wobei zumindest die Vorderelektrode aus Segmenten besteht, die über Segmentzuleitungen mit einer Steuerspannungsquelle verbunden sind, und wobei zumindest der den Segmentzuleitungen gegenüberliegende Teil des Reflektors derart elektrisch isoliert ist, dass bei Betrieb der Flüssigkristallanzeige die Potentialdifferenz zwischen Segmentzuleitungen und gegenüberliegendem Teil des Reflektors kleiner als die Schwellwert-Spannung der Flüssigkristallschicht ist.

Das Prinzip cholesterinischer Gast-Wirt-Anzeigen ist bekannt (Appl. Phys. Lett. 13, 91, 1968) und bereits zum Bau elektro-optischer Vorrichtungen genutzt worden (vgl. DE-OS 2 410 557). Aus Journal of Applied Physics, 45, 1974, S. 4718 bis 4723 ist eine Flüssigkristallanzeige unter Verwendung pleochroitischer Farbstoffe (Gast) und cholesterinischen Flüssigkristallmischungen (Wirt) bekannt, welche Flüssigkristallanzeige in Reflexion betrieben wird und eine ausgezeichnete Helligkeit aufweist, da auf externe Polarisatoren verzichtet wurde. In dieser Publikation sind das Grundprinzip des Gast-Wirt-Effekts dargestellt (z. B. Fig. 2) und Angaben über geeignete Flüssigkristallmischungen und Farbstoffe und experimentell gewonnene Messergebnisse aufgeführt.

Obwohl nachgewiesenermassen bei Flüssigkristallanzeigen mit einer Gast-Wirt-Flüssigkristallschicht auf aufwendige Polarisatoren verzichtet werden kann, konnten diese Art Anzeigen bis heute den bewährten nematischen Drehzellen nicht Konkurrenz sein. Es hat sich gezeigt, dass bei in Reflexion betriebenen Gast-Wirt-Anzeigen durch einen hinter der Flüssigkristallzelle angeordneten Reflektor Ableseparallaxen auftreten. Besonders störend wirkt dies in relativ kleinen Anzeigen, in denen die Breite der Elektrodenelemente kleiner oder vergleichbar ist mit der Dicke der verwendeten Zellenplatten. Derartige Grössenverhältnisse finden sich vor allem in Anzeigen, welche für Anwendungen in Armbanduhren oder Digital-Voltmetern bestimmt sind.

Es erscheint daher naheliegend gemäss DE-OS 2 349 208, den Reflektor ins Zelleninnere zu integrieren. Leider zeigen sich dabei jedoch neue, vor allem bei alphanumerischen Anzeigen störend wirkende Effekte. Der integrierte, elektrisch leitende Reflektor übernimmt in diesem Fall die Funktion einer Rückelektrode und bewirkt, dass nicht nur die angesteuerten Elektrodenelemente selbst, sondern auch die dazu führenden Verbindungsleitungen sichtbar werden. Da diese Verbindungsleitungen aus technologischen und elektrischen Gründen nicht beliebig schmal ausgelegt werden können, verhindert dieser störende Effekt den sinnvollen Einsatz derartiger Anzeigen.

Die vorliegende Erfindung stellt sich daher die gleiche Aufgabe wie die CH-PS 576 153, eine Anzeige zu schaffen, welche die genannten Nachteile nicht aufweist, einfach herzustellen ist und einen gegenüber nematischen Drehzellen grösseren Betrachtungswinkel aufweist.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale gemäss Kennzeichnung des Patentanspruchs 1 gelöst.

Eine derartige erfindungsgemässe Anzeige ist preisgünstig herstellbar und weist hervorragende optische Eigenschaften auf, insbesondere einen gegenüber nematischen Drehzellen erheblich grösseren Betrachtungswinkel, ohne dass aber die Segmentzuleitungen beim Ansteuern eines Segmentes störend sichtbar werden.

Ein bevorzugtes erfindungsgemässes Verfahren zur Herstellung einer Anzeige nach der Erfindung besteht darin, dass der Reflektor durch Beschichten der Rückelektrode und der rückseitigen Zellenplatte mit metallisch oder weiss reflektierenden Partikeln oder durch Einbringen von metallisch oder weiss und diffus reflektierenden Partikeln in die rückseitige Zellenplatte erzeugt wird.

Weitere Merkmale vorteilhafter Varianten der Erfindung ergeben sich aus den nachstehend anhand von Zeichnungen beschriebenen Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeige mit einem ersten integrierten halbdurchlässigen Reflektor, geeignet wahlweise für Reflexions- oder Transmissionsbetrieb,

Fig. 2 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eines zweiten integrierten Reflektors mit Metallteilen,

Fig. 3 einen dritten, aus reflektierenden Teilbereichen bestehenden integrierten Reflektor,

Fig. 4 einen vierten, aus quadratischen Teilbereichen bestehenden integrierten Reflektor,

Fig. 5 einen fünften, aus einer Trennzonen aufweisenden, metallischen Schicht bestehenden integrierten Reflektor,

Fig. 6 einen sechsten, aus sechs dielektrischen Schichten bestehenden integrierten Reflektor,

Fig. 7 eine schematische Schnittdarstellung im Herstellungsprozess des zweiten, integrierten Reflektors – nach dem Siebdruck,

Fig. 8 eine weitere schematische Schnittdarstellung im Herstellungsprozess des zweiten integrierten Reflektors – nach dem Glaslöten,

Fig. 9 die Führung der Trennzonen des Reflektors Fig. 5 am Beispiel einer darzustellenden Ziffer,

Fig. 10a eine schematische Darstellung einer in eine flache Armbanduhr eingebauten Gast-Wirt-Flüssigkristallzelle mit digitaler Anzeige,

Fig. 10b bis 10d Einzelheiten im Aufbau der Armbanduhr aus Fig. 10a.

Die Eigenschaften von erfindungsgemässen Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeigen und nematischen Drehzellen gleicher Anzeigefläche sind in einer Tabelle einander gegenübergestellt.

In sämtlichen Zeichnungen sind gleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet.

Die in Fig. 1 dargestellte Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeige

besteht aus einer frontseitigen Zellenplatte 1, einer ebenfalls frontseitig angebrachten Vorderelektrode 2 und einer auf einer rückseitigen Zellenplatte 4 angebrachten Rückelektrode 3. Zwischen den beiden Zellenplatten 1, 4 befindet sich eine Flüssigkristallschicht 5, welche randseitig durch Abstandselemente 6 dicht abgeschlossen ist. Die Flüssigkristallschicht 5 weist eine lichtabsorbierende, schraubenförmig gewundene Struktur 7 auf, welche durch Anlegen eines elektrischen Feldes, beispielsweise durch eine Wechselspannungsquelle 12, an die Zuleitungen 31 und 32 der Elektroden 2 bzw. 3 in eine nicht bzw. wenig lichtabsorbierende, gleichförmige Struktur 8 transformiert werden kann.

Im Reflexions-Betrieb wird die Flüssigkristallanzeige frontseitig durch eine Lichtquelle 10 charakterisiert, beleuchtet. Ebenfalls frontseitig befindet sich ein Betrachter 11. Das auf die Flüssigkristallanzeige einfallende Licht wird im Bereich der nichtabsorbierenden gleichförmigen Struktur 8 der Flüssigkristallschicht 5 durchgelassen und in der aus einem Milchglas bestehenden Zellenplatte 4, welche gleichzeitig die Funktion eines Reflektors 9 hat, weiss reflektiert bzw. gestreut und durch die transparenten Elektroden 3 und 2 und die ebenfalls transparente Zellenplatte 1 auf den Betrachter 11 abgestrahlt.

Fehlt genügend Umgebungslicht bzw. die Lichtquelle 10, so besteht die Möglichkeit, die Flüssigkristallanzeige in Transmission zu betreiben durch Einschalten einer hinter der rückseitigen Zellenplatte 4 angeordneten Ersatz-Lichtquelle 10a.

Die Flüssigkristallschicht 5 weist eine Dicke von $10\text{ }\mu\text{m}$ auf und besteht aus einer nematischen Grundsubstanz mit positiver dielektrischer Anisotropie, z. B. eine Mischung im Gewichtsverhältnis 1 : 1 : 1 von P-Butoxy-, P-Hexyloxy- und P-Octanoyloxybenzyliden-, P-Aminobenzonitril, welcher Grundsubstanz ca. 5 bis 15 % einer optisch aktiven Substanz, z. B. Cholesterylbenzoat und ca. 0,2 bis 1 % des pleochroitischen Farbstoffes, z. B. Indopaenol blau beigemischt sind. Derartige Mischungen sind bekannt (J. of Appl. Phys., 45, 1974, S. 4718 bis 4723) und können durch andere, gleiche oder ähnliche physikalische Eigenschaften aufweisende Mischungen ersetzt werden.

Die zur Herstellung der Zellen an sich notwendige Technologie ist bekannt und insbesondere in der die Herstellung nematischer Drehzellen betreffenden Literatur beschrieben.

In Fig. 2 ist ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, wobei, wie auch in den nachfolgenden Figuren, nur die gegenüber Fig. 1 besonders zu erwähnenden Elemente gesondert gezeichnet bzw. beschrieben sind.

Eine aus Glas bestehende, rückseitige Zellenplatte 4, Fig. 2, ist mit einer transparenten Rückelektrode 3 aus SnO_2 versehen. Die Rückelektrode 3 und der verbleibende, freie Teil der der Flüssigkristallschicht zugewandten Oberfläche der Zellenplatte 4 ist mit gegenseitig isolierten Metallteilen 20 aus Aluminium beschichtet.

Die Metallteile 20 weisen in den Ausbreitungsrichtungen der Elektrodenfläche eine Leitfähigkeit von $< 10\text{ }\mu\text{S}$ pro Quadrat auf und wirken als Reflektor 9.

Eine weitere Zellenplatte 4, Fig. 3, weist eine Tiefenstruktur 41 auf, welche durch einen Schleifprozess und anschliessendes Ätzen hergestellt wurde (vgl. DE-Patentanmeldung P 2 531 372.8 der Anmelderin). Auf diese Tiefenstruktur 41 ist eine leitende Schicht als Rückelektrode 3 aufgebracht; die gesamte der Flüssigkristallschicht zugewandte Fläche ist mit einzelnen, reflektierenden Teilbereichen 21 bedeckt.

Nach Fig. 4 weist die Zellenplatte 4 eine aufgerauhte Oberfläche auf. Die reflektierenden Teilbereiche 21 bestehen aus Aluminium und haben quadratische Flächen von ca. $80\text{ }\mu\text{m}$ Kantenlänge. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen reflektierenden Teilbereichen 21 betragen ca. $50\text{ }\mu\text{m}$.

Die durch Teilbereiche charakterisierte Ausbildung der Ausführungsbeispiele Fig. 3 und 4 erlauben, die entspre-

chenden Flüssigkristallanzeigen auch in Transmission zu betreiben, indem, wie in Fig. 1 dargestellt, hinter der Zellenplatte 4 eine Ersatz-Lichtquelle 10a angebracht wird. Die Dicke der reflektierenden Teilbereiche 21 beträgt ca. $0,5\text{ }\mu\text{m}$ und kann in weiten Grenzen der gewählten Technologie angepasst werden.

In Fig. 5 ist eine zu Fig. 3 und 4 modifizierte Variante dargestellt. Die reflektierenden Teilbereiche 21 sind hier grossflächig und untereinander durch Trennzonen 30 voneinander isoliert. Diese Trennzonen 30 weisen eine Breite von 10 bis $50\text{ }\mu\text{m}$ auf, dementsprechend ist als Folge der geringen lichtdurchlassenden Fläche Transmissionsbetrieb nicht möglich.

Nach Fig. 6 weist die rückseitige Zellenplatte 4 wiederum eine Tiefenstruktur 41 auf, auf der die Rückelektrode 3 aufgebracht ist. Über die gesamte der Flüssigkristallschicht zugewandte Oberfläche ist ein breitbandiger dielektrischer Spiegel aufgebracht, welcher aus sechs Lagen dielektrischer Schichten 22 bis 27 besteht, von welchen Schichten jeweils aufeinanderliegende Schichten einen zueinander unterschiedlichen Brechungsindex aufweisen.

Der Schichtaufbau kann auch in der umgekehrten Reihenfolge gestaltet werden, d. h. dass auf der obersten dielektrischen Schicht 27 eine Metall- oder galvanisch leitende Metalloxyd-Schicht aufgebracht ist, welche die Funktion der Rückelektrode 3 übernimmt. Anstelle der dielektrischen Schichten 22 bis 27 aus SiO_2 und MgF_2 kann auch eine einzige Schicht aus Silizium von $0,1$ bis $1\text{ }\mu\text{m}$ Dicke vorhanden sein.

Das Ausführungsbeispiel Fig. 6 weist den Vorteil auf, dass durch eine homogene Abdeckung der Rückelektrode 3 durch die dielektrischen Schichten 22 bis 27 ein Schutz der Rückelektrode 3 vor elektrochemischer Zersetzung entsteht.

Die in den Fig. 2 und 6 gezeigten Ausführungsbeispiele erfordern eine kapazitive Einkopplung der Steuerspannung in die Flüssigkristallschicht, d. h. ein Betrieb der Flüssigkristallanzeigen mit reiner Gleichspannung ist nicht möglich.

Die einzelnen aus Aluminium-Pigmenten bestehenden Metallteile 20, Fig. 2, sind mit einer in normaler Atmosphäre sich bildenden Oxydschicht von 10 bis $100\text{ }\text{\AA}$ Dicke überzogen; obwohl, wie in Fig. 2 dargestellt, alle Teile eng und flach aneinanderliegen, wirkt diese Oxydschicht als Isolator; es ist daher nahezu keine Leitfähigkeit in den Ausbreitungsrichtungen der Elektrodenfläche vorhanden. Aufgrund des geringen Teilchenabstandes ist jedoch eine sehr gute kapazitive Kopplung in einer zu den Ausbreitungsrichtungen der Elektrodenfläche normalen Richtung vorhanden, so dass ein Wechselspannungsbetrieb der Flüssigkristallanzeige problemlos möglich ist.

Anhand der Herstellungsverfahren der einzelnen Ausführungsbeispiele lassen sich vertiefte Einblicke in die einzelnen Varianten gewinnen.

Grundsätzlich eignen sich für sämtliche Verfahren die bereits in der Fertigung von nematischen Drehzellen bewährten leitenden Materialien zur Herstellung der Elektroden 2 und 3, wie beispielsweise SnO_2 , In_2O_3 , Al, Au usw.

Anstelle der im ersten Ausführungsbeispiel, Fig. 1, verwendeten rückseitigen Zellenplatte 4 aus Milchglas könnte auch eine sandwichtartig aufgebaute Zellenplatte 4 mit eingebrachten weiss reflektierenden Partikeln eingesetzt werden. Derartige Zellenplatten 4 müssten jedoch, da hitzeempfindlich, mit beispielsweise photopolymeren Substanzen oder Schmelzklebern mit der frontseitigen Zellenplatte 1 verbunden werden.

Zur Herstellung des integrierten Reflektors 9, Fig. 3 bis 6, eignen sich ebenfalls die bewährten Reflektormaterialien wie Aluminium, Gold, Silber, Chrom usw. Aus wirtschaftlichen Gründen sind jedoch in den Ausführungsbeispielen vorwiegend Aluminium-Reflektoren verwendet worden.

Die Herstellung des bevorzugten Ausführungsbeispiels Fig. 2 kann sehr wirtschaftlich erfolgen. Eine Zellenplatte 4 aus Glas wird mit einer vorzugsweise transparenten Rückelektrode aus SnO_2 oder In_2O_3 bedampft. In einem anschliessenden Siebdruckverfahren wird die gesamte, im späteren Sichtbereich der Flüssigkristallanzeige befindliche Oberfläche der Zellenplatte 4 mit einer Aluminiumbronze-Farbe bedruckt. Die Aluminiumbronze-Farbe besteht aus einem Binder (z. B. Nitrocellulose in Amylacetat im Gewichts-Verhältnis 1:1 gemischt) und Aluminium-Pigmenten mit einer mittleren Länge von 2 bis $10\text{ }\mu\text{m}$. Das gewichtsmässige Mischungsverhältnis von Binder zu Aluminium-Pigment beträgt 1:5 bis 1:15. Im folgenden Arbeitsgang kann ein Glaslotsteg aufgedruckt werden, welcher die Funktion der Abstandselemente 6 sowie die Dichtung der Zelle übernimmt. Die Schichtdicke der Aluminiumbronze-Farbe variiert mit der Konzentration an Aluminium-Pigmenten und ist abhängig davon, ob ein reiner Reflektor oder ein halbtransparenter Reflektor – für Transmissionsbetrieb – gewünscht wird. In der Praxis hat sich eine Dicke der aufgedruckten Aluminiumbronze-Farbe von 15 bis $20\text{ }\mu\text{m}$ bewährt. Nach der Montage der frontseitigen Zellenplatte 1 und dem entsprechenden Justieren der Zellenplatten 1 und 4 entsprechend der Form der Elektroden 2 und 3 erfolgt in einem Lötoven ein aus der Drehzellenherstellung bekannter Glaslötprozess. Nach ca. einer Stunde Dauer bei einer Löt-Ofentemperatur von ca. 400 bis 500°C sind die Zellenplatten zusammengelötet. Während dieses Prozesses verbrennt der Binder und verflüchtigt sich ohne Rückstände zu bilden, wobei sich die Aluminium-Pigmente auf eine Gesamtdicke von 2 bis $5\text{ }\mu\text{m}$ zusammenlagern.

Durch Zusetzen von Glaslotpulver von ca. $1\text{ }\mu\text{m}$ Korngrösse kann die Abriebfestigkeit der Aluminiumbronze-Farbe bzw. der Aluminium-Pigmente erhöht werden.

In Fig. 7, 8 ist eine zu Fig. 2 weiter entwickelte Variante der Zellentechnologie dargestellt. Der auf die Zellenplatte 4 aufgedruckten Aluminiumbronze-Farbe sind nichtleitende Partikeln 29 zugesetzt. Die grösste Ausdehnung der Partikeln beträgt $12\text{ }\mu\text{m}$, den Soll-Abstand der Zellenplatten 1, 4. Nach dem Glaslötprozess wirken diese nichtleitenden Partikeln 29 als Abstandselemente. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass der oben erwähnte Glaslotaufrdruck nur noch dichtende, nicht aber abstandhaltende Funktion zwischen den Zellenplatten 1 und 4 hat. Aus Fig. 8 ist ersichtlich, wie die nichtleitenden Partikeln 29 von Aluminium-Pigmenten, als Metallteile 20 bezeichnet, umlagert sind. Da die Partikeln 29 in sehr geringer Konzentration zugesetzt sind, pro Flüssigkristallzelle genügen einige wenige Partikeln, und diese nicht leitend sind, ergibt sich keine Störung der optischen Eigenschaften der Anzeige. Bewährt haben sich Partikeln 29 aus Al_2O_3 oder SiO_2 . Dabei ist die Form der Partikeln nicht wesentlich; bewährt haben sich ebenfalls zum selben Zweck Glasfasern von 20 bis $100\text{ }\mu\text{m}$ Länge und $10\text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser.

Die Herstellung eines integrierten Reflektors 9 gemäss Fig. 3 erfolgt auf einer mit einer Tiefenstruktur 41 versehenen Zellenplatte 4 aus Glas. Die Tiefenstruktur 41 wird in einem Schleif-/Ätzprozess hergestellt (vorgeschlagen in DE-Patentanmeldung P 2 531 372.8 der gleichen Anmelderin). Ziel einer derartigen Oberflächenbehandlung ist die Erzeugung einer Struktur, welche nach dem Aufbringen von reflektierenden Teilbereichen 21 als diffuser nur noch bedingt regulärer Reflektor 9 wirkt.

Dementsprechend sind in den Fig. 3 bis 6 Tiefenstrukturen 41 dargestellt, welche je nach Verwendungszweck der Flüssigkristallanzeigen mehr oder weniger grosse Rauhtiefen aufweisen und somit unterschiedliche Reflexionscharakteristika besitzen.

Die rückseitigen Zellenplatten 4, Fig. 1 bis 6, werden in einem Aufdampfprozess mit einer der Art der darzustellenden

Zeichen und dem System der Ansteuerung angepassten Rückelektrode 3 versehen.

Eine derart vorbereitete rückseitige Zellenplatte 4 wird nun zur Herstellung reflektierender Teilbereiche 21, Fig. 3, durch eine direkt auf der Tiefenstruktur 41 aufliegende Aufdampfmaske aus monofilem Gewebe mit Aluminium bedampft. Die reflektierenden Teilbereiche 21 ergeben sich entsprechend der Maschenweite und dem Durchmesser des monofilen Gewebes.

Grundsätzlich ist die Verwendung von Aufdampfmasken bekannt («Handbook of Thin Film Technology», McGraw-Hill Book Compagny, 1970, S. 7 bis 8; 20 bis 13). Im erfindungsgemässen Verfahren findet jedoch an Stelle von grillförmigen Drahtmasken (engl. Wiregrill-Masks) ein monofiles Gewebe Verwendung, welches an sich aus der Siebdrucktechnik bekannt ist (vgl. «Siebdruck», Verlag G.D.W. Callweg, 1972, S. 29, 30).

Es hat sich gezeigt, dass eine erfindungsgemäss bedampfte rückseitige Zellenplatte 4 den Bau auch von bei Transmissionsbetrieb hervorragend kontrastreichen Anzeigevorrichtungen ermöglicht. Für sehr dünne reflektierende Teilbereiche 21 ($\leq 0,1 \mu\text{m}$) hat sich auch Kathodenzerstäubung anstelle des Aufdampfprozesses bewährt.

Eine weitere Möglichkeit zur Herstellung der reflektierenden Teilbereiche besteht darin, die rückwärtige Zellenplatte 4 mit bereits aufgebrachtener Rückelektrode 3 gleichmässig mit Aluminium zu beschichten, auf photolithographischem Weg eine rasterförmige Maske aufzubringen und anschliessend Trennzonen von 10 bis $50 \mu\text{m}$ Breite auszuätzen (Fig. 4).

Insbesondere für grossflächige Anzeigen hat sich die oben genannte Technologie ebenfalls bewährt, wobei die reflektierenden Teilbereiche 21, Fig. 5, eine der anzuzeigenden Konfigurationen angepasste Form aufweisen. Am Beispiel einer alphanumerischen Ziffer aus sieben Segmenten lässt sich das Prinzip der erfindungsgemässen Führung der Trennzonen 30 erkennen, vgl. Fig. 9.

Nach Fig. 9 ist das Muster der Trennzonen 30 so gewählt, dass jede Zuleitung 31 zu den Vorderelektroden 2 der frontseitigen Zellenplatte 1 vollständig eingerahmt ist durch Trennzonen 30 auf der rückseitigen Zellenplatte 4. Daraus ergeben sich unabhängige, gegenüber den Zuleitungen 31 der Vorderelektrode 2 auf einem geringen elektrischen Potential befindliche reflektierende Teilbereiche 21. In diesem Ausführungsbeispiel besteht die rückseitige Elektrode 3 aus einem zusammenhängenden Bereich aus SnO_2 und ist, wie auch die zur Rückelektrode 3 führende Zuleitung, durch den integrierten Reflektor 9 abgedeckt. Stirnseitig sind die jeweiligen Anschlüsse zu beiden Elektroden 2 und 3 an den Zellenplatten 1 und 4 angebracht.

Die Herstellung des integrierten Reflektors nach Fig. 6 erfolgt ebenfalls in Aufdampfprozessen. Als dielektrische Schichten 22 bis 27 eignen sich beispielsweise MgF_2 und SiO_2 , welche abwechselungsweise in einer Dicke von ca. $1 \mu\text{m}$ aufgedampft werden.

In sämtlichen vorangegangenen Ausführungsbeispielen ist die Vorderelektrode 2 aus SnO_2 oder InO_2 durch Aufdampfen auf die frontseitige Zellenplatte 1 hergestellt worden. Die

Verbindung beider Zellenplatten 1, 4 erfolgte jeweils in einem Glaslötverfahren, könnte jedoch auch durch photopolymere Substanzen, Polymerisation und anschliessendes Aushärten (vgl. DE-OS 23 226 616) oder durch Schmelzkleber erfolgen.

Die hervorragenden Eigenschaften erfindungsgemäss hergestellter Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeigen sind in der Tabelle zusammengestellt. Diese Tabelle zeigt, dass durch erfindungsgemässe Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeigen die heutigen in der Uhrenindustrie verwendeten nematischen Drehzellen erfolgreich ersetzt werden können. Zudem erlauben Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeigen den Bau von erheblich flacheren digitalen Armbanduhren als bisher.

Wie Fig. 10a zeigt, braucht eine mit einer Gast-Wirt-Flüssigkristallzelle 51 ausgerüstete digitale Armbanduhr 50 kein Schutzglas; die im Uhrgehäuse 52 versenkt eingebaute Gast-Wirt-Flüssigkristallzelle 50 ist relativ kratzunempfindlich, da zum Betrieb der Anzeige keine Polarisatoren, Halbwellenplättchen u. dgl. notwendig sind. Dadurch wird der Bau von extrem flachen, eleganten und preisgünstigen Festkörperuhren ermöglicht. Die gegenüber nematischen Drehzellen erforderliche grössere Steuerspannung kann durch Serieschaltung von mehreren handelsüblichen Batterien oder durch einen Konverter gewonnen werden.

Nachfolgend werden Einzelheiten im Aufbau der digitalen Armbanduhr 50 näher erläutert:

Fig. 10b zeigt als Schnittdarstellung (Schnitt parallel der Längskanten der Flüssigkristallzelle 51) die versenkt in einem Uhrgehäuse 52 eingebaute Flüssigkristallzelle 51, eine Schaltungsplatte 54 mit einer darauf aufgebauten integrierten Schaltung 55, einem Schwingquarz 56 und einem Abgleichelement 57. Verschlossen ist das Uhrgehäuse 52 mit einem Uhrgehäuse-Boden 53.

In Fig. 10c ist die senkrecht zur Schnittrichtung der Fig. 10b geschnittene Armbanduhr 50 dargestellt. Als zusätzliche Elemente sind hier zwei Gummi-Kontaktschnüre 59 sowie zwei Batterien 58 ersichtlich.

Die vergrösserte Darstellung Fig. 10d lässt das Prinzip der Montage und Kontaktierung der Flüssigkristallzelle 51 erkennen. Die frontseitige Zellenplatte 1 der Flüssigkristallzelle 50 ist im Uhrgehäuse 52 formschlüssig eingepasst und dicht verklebt. Die rückseitige Zellenplatte 4 der Flüssigkristallzelle 50 weist eine gegenüber der frontseitigen Zellenplatte 1 geringere Breite auf. Im dadurch entstehenden Absatz ist beidseitig je eine Gummi-Kontaktschnur 59 federnd eingelegt. Diese Gummi-Kontaktschnur 59 ist im Handel erhältlich und verbindet die Elektrodenanschlüsse der Zellenplatten 1 und 4 mit den auf der Schaltungsplatte 57 angebrachten korrespondierenden Anschlüssen der integrierten Schaltung 55.

Selbstverständlich kann das oben beschriebene Montage-Prinzip auch auf Analog-Flüssigkristallanzeigen angewandt werden. Lediglich aus Gründen der übersichtlichen Darstellung wurde nur eine Einfunktionen-Anzeige beschrieben, ebenso wurde auf die Darstellung von Bedienungsknöpfen usw. verzichtet.

Die in Fig. 10a dargestellte Armbanduhr ist weniger als 8 mm dick und besitzt Kaliber 29 mm.

Tabelle
der Eigenschaften von erfindungsgemässen Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeigen
und nematischen Drehzellen gleicher Anzeigefläche

nematische Drehzelle		cholest. Gast-Wirt-Flüssigkristallanzeige
Kosten	teurer – benötigt Polarisatoren und Orientierungsbehandlung an Zellenplatten	erheblich billiger trotz Mehrkosten für Farbstoff
Ansteuerspannung	3 V	6–12 V
Stromaufnahme (bei 3 V, 4 Ziffern angesteuert)	0,2 μ A	0,8–3,2 μ A
Summe aus Ansprech- und Abklingzeit	350 m sec	< 350 m sec
Multiplex-Fähigkeit	N $\approx$ 3 Ziffern	N > 3 Ziffern
Anzeige-Art	«Ein»: schwarz «Aus»: weiss	«Ein»: weiss (bzw. hell)
	«Ein»: weiss «Aus»: schwarz	«Aus»: schwarz (bzw. dunkel)
Helligkeit	25 %	> 25 % bei diversen Kontrastverhältnissen
Kontrastverhältnis	12 : 1	> 12 : 1
Winkelabhängigkeit	befriedigend	gut

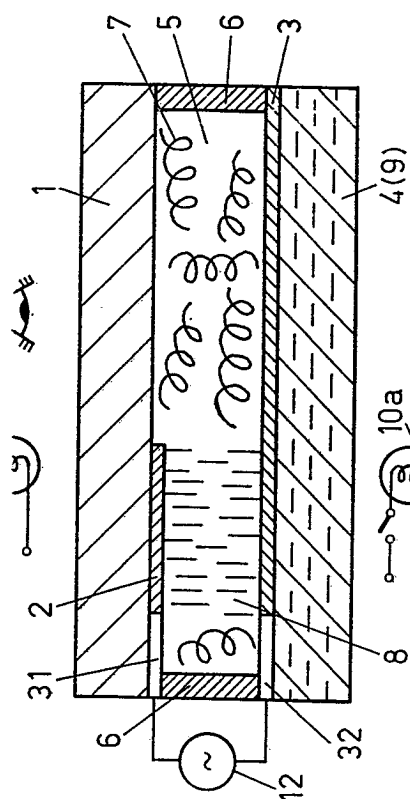


FIG. 1

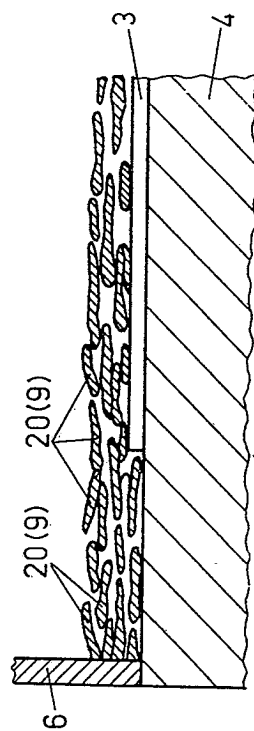


FIG. 2

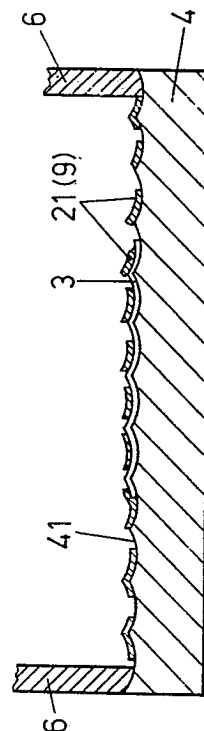


FIG. 3

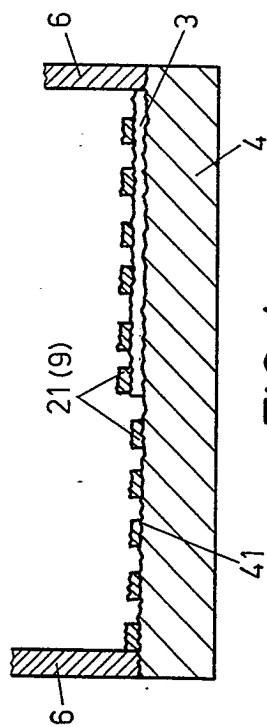


FIG. 4

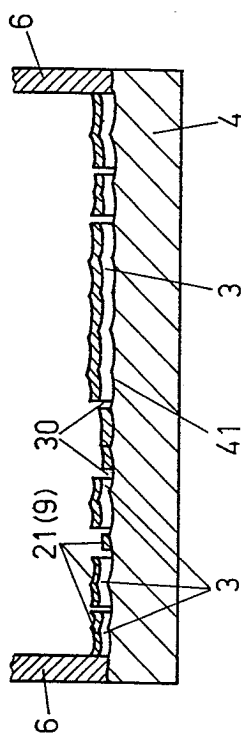


FIG. 5

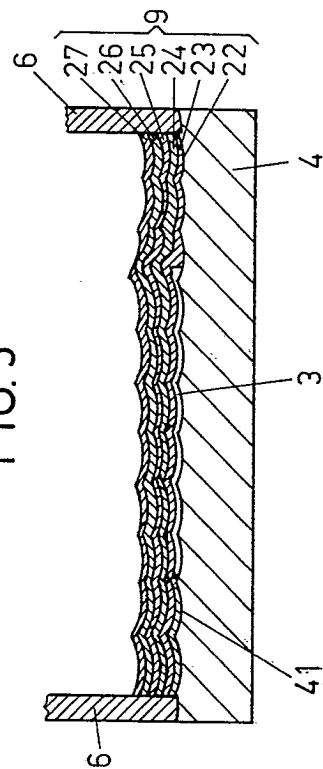


FIG. 6

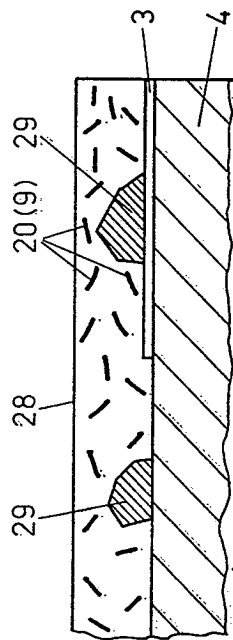


FIG. 7

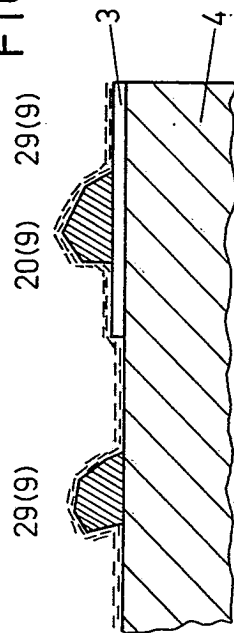


FIG. 8

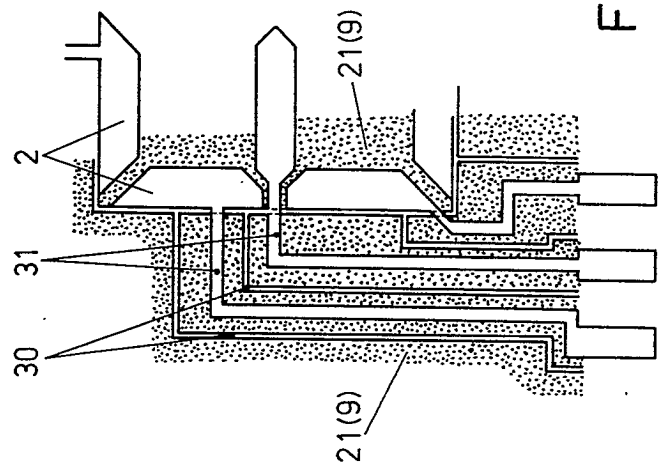


FIG. 9

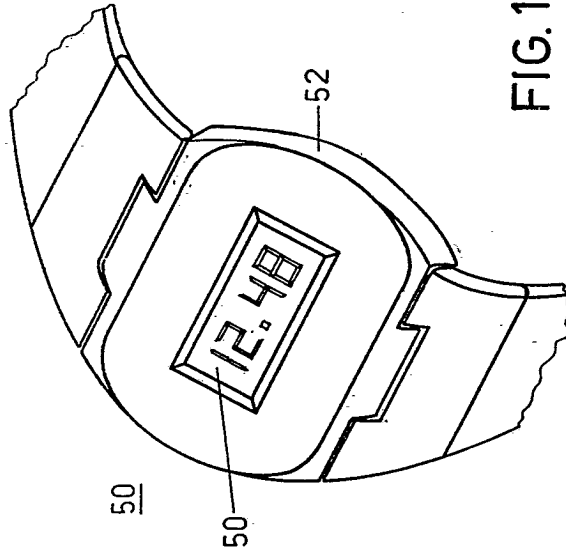


FIG. 10a

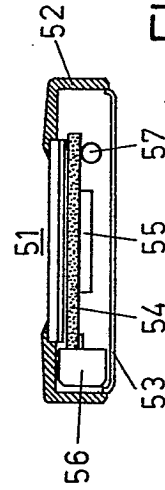


FIG. 10b

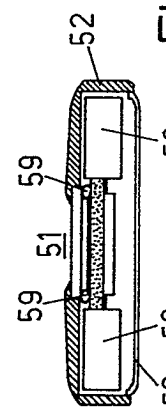


FIG. 10c

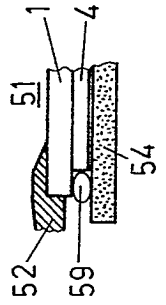


FIG. 10d