



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: G 09 G 3/18  
G 02 F 1/133

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



12 PATENTSCHRIFT A5

11

634 432

21 Gesuchsnummer: 6426/78

73 Inhaber:  
Sharp Kabushiki Kaisha, Osaka (JP)

22 Anmeldungsdatum: 13.06.1978

30 Priorität(en): 14.06.1977 JP 52-70838  
16.06.1977 JP 52-71714

72 Erfinder:  
Katubumi Koyanagi, Tenri-shi/Nara-ken (JP)  
Hiroshi Take, Tenri-shi/Nara-ken (JP)  
Hisashi Uede, Yamatokoriyama-shi/Nara-ken (JP)

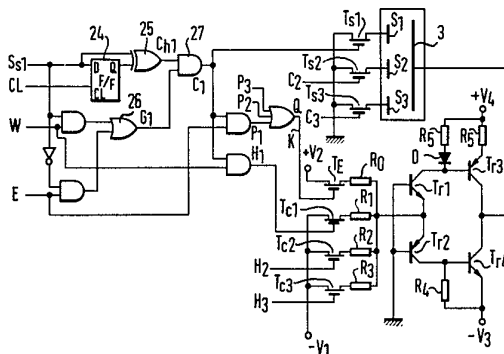
24 Patent erteilt: 31.01.1983

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 31.01.1983

74 Vertreter:  
Ernst Goldiger, Lausanne

54 **Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigevorrichtung.**

57 Die Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigevorrichtung ermöglicht eine Konstantstromansteuerung, wenn die einzelnen Anzeigeelektroden ( $S_1, S_2, S_3$ ) in den gefärbten Zustand und eine Konstantspannungsansteuerung mit entgegengesetzter Polarität, wenn die Anzeigeelektroden ( $S_1, S_2, S_3$ ) in den gebleichten Zustand überführt werden sollen. Um einen stromsparenden Betrieb zu erreichen, ist eine taktgesteuerte Steuerungsanordnung vorgesehen, die für jede Anzeigeelektrode ( $S_1, S_2, S_3$ ) einen Änderungsdetektor (24, 25) und ausserdem eine Verknüpfungsschaltung (26, 27) enthält, durch die beim Ansprechen mindestens eines Änderungsdetektors die Färbungs-Zeitsteuersignale (W) dem Steuereingang ( $T_{C1}$ ) einer Konstantstromquelle ( $T_{T1}, T_{T3}$ ) und die Entfärbungs-Zeitsteuersignale (E) dem Steuereingang ( $T_E$ ) der Konstantspannungsquelle ( $T_{T2}, T_{T4}$ ) zugeführt werden. Dabei werden, so lange die Zeitsteuersignale (W, E) vorhanden sind, nur die vom jeweiligen Änderungsdetektor (24, 25) ermittelten Anzeigeelektroden ( $S_1, S_2, S_3$ ) mittels zugeordneter Analogschalter ( $T_{S1}, T_{S2}, T_{S3}$ ) in den Stromkreis der mit der Gegenelektrode (3) verbundenen Konstantstromquelle ( $T_{T1}, T_{T3}$ ) und Konstantspannungsquelle ( $T_{T2}, T_{T4}$ ) eingeschaltet.



## PATENTANSPRUCH

Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigevorrichtung, die zwischen mindestens einer Anzeigeelektrode und einer Gegenelektrode ein elektrochromes Material aufweist, das durch Einspeisen eines von der Zahl der über jeweils einen Analogschalter angesteuerten Anzeigeelektroden abhängigen Stromes aus einer Konstantstromquelle in den gefärbten Zustand und durch Anschliessen einer konstanten Spannungsquelle entgegengesetzter Polarität in den gebleichten Zustand überführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine taktgesteuerte Steuerschaltungsanordnung aufweist, die für jede Anzeigeelektrode ( $S_1, S_2, S_3$ ) jeweils einen zugeordneten, die Anzeigeelektroden ( $S_1, S_2, S_3$ ) mit zu veränderndem Zustand bestimmenden Änderungsdetektor (24, 25) enthält, und dass die Steuerschaltungsanordnung eine Verknüpfungsschaltung (26, 27...) enthält, durch die beim Ansprechen mindestens eines Änderungsdetektors (24, 25) die Verfärbungs-Zeitsteuersignale (W) dem Steuereingang ( $T_{c1}$ ) der Konstantstromquelle ( $T_{r1}, T_{r3}$ ) und die Entfärbungs-Zeitsteuersignale (E) dem Steuereingang ( $T_E$ ) der Konstantspannungsquelle ( $T_{r2}, T_{r4}$ ) zuführbar sind, wobei während der Zeitsteuersignale (W, E) nur die vom Änderungsdetektor (24, 25) ermittelten Anzeigeelektroden ( $S_1, S_2, S_3$ ) mittels der entsprechenden Analogschalter ( $T_{S1}, T_{S2}, T_{S3}$ ) in den Stromkreis der mit der Gegenelektrode (3) verbundenen Konstantstromquelle ( $T_{r1}, T_{r3}$ ) und Konstantspannungsquelle ( $T_{r2}, T_{r4}$ ) eingeschaltet sind.

Die Erfindung betrifft eine Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigevorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs.

Eine Treiberschaltung, die den Ausgangspunkt für die Erfindung bildet, und bei der eine konstante Stromquelle verwendet wird, deren Ausgangsstrom sich in Abhängigkeit von einem Signal ändert, das die Zahl der angesteuerten Anzeigeelektroden wiedergibt, ist Gegenstand der nicht vorveröffentlichten CH-PS 612 515. Dort ist auch der Gedanke und eine dafür geeignete Schaltung beschrieben, beim Färben eine Konstantstromansteuerung und beim Bleichen eine Konstantspannungsansteuerung vorzusehen. Die Schaltung kann in Abhängigkeit von der Steuerspannung an einem Steuereingang wahlweise als Konstantstromquelle oder als Konstantspannungsquelle arbeiten. In der genannten CH-PS werden auch Ansteuerverfahren beschrieben, bei denen zum Bleichen der Anzeigeelektroden Lösungsverfahren zur Anwendung kommen, die sich dadurch auszeichnen, dass die Lös- oder Bleichbedingung an den Anzeigeelektroden so lange aufrechterhalten wird, bis diese Elektroden erneut auf Färben umgestellt werden.

Mit dieser bereits vorgeschlagenen Treiberschaltung lässt sich ein guter Kontrast der Anzeige auch dann erreichen, wenn ein bestimmtes Anzeigemuster über viele Stunden aufrechterhalten werden soll. Hinsichtlich des Stromverbrauchs sind jedoch noch Verbesserungen wünschenswert.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung damit die Aufgabe zugrunde, eine Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigevorrichtung zu schaffen, die einerseits eine gute Lesbarkeit der Anzeige ermöglicht und andererseits eine wirksame Ansteuerung bei stromsparendem Betrieb gestattet.

Diese Aufgabe wird bei einer Treiberschaltung der eingangs genannten Art mit den im Kennzeichen des Patentanspruchs angegebenen Massnahmen gelöst.

Durch die Erfindung wird erreicht, dass beim Verändern einer Anzeige lediglich die zu verändernden Anzeigeelektroden angesteuert werden, und zwar in der Weise, dass die zu ver-

färbenden im Konstantstrombetrieb und die zu entfärbenden Anzeigeelektroden auf Konstantspannungsbetrieb arbeiten, wobei die nicht angesteuerten Anzeigeelektroden oder Anzeigesegmente unter Ausnutzung des Speichereffekts in einem nicht geschlossenen Stromkreis liegen. Ladungen werden somit nur noch dann transportiert, wenn und soweit Änderungen des Anzeigezustands erforderlich sind. Dies führt zu einem besonders stromsparenden Betrieb, der bei batteriebetriebenen Geräten von ausschlaggebender Bedeutung sein kann.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnungen beispielsweise näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt mit dem Grundaufbau einer monochromen Festkörper-Anzeigeeinrichtung,

Fig. 2 den Querschnitt eines Grundaufbaus einer monochromen Flüssigkeitsanzeigeeinrichtung,

Fig. 3a die Darstellung eines typischen Sieben-Segmenten-Zahlenanzeigemusters,

Fig. 3b ein Zeitdiagramm mit Signalformen,

Fig. 4 den Grundaufbau einer Treiberschaltung mit konstantem Potential für eine monochrome Anzeigeeinrichtung,

Fig. 5 eine Grundschialtung einer Konstantstrom-Treiberschaltung für eine monochrome Anzeigeeinrichtung,

Fig. 6 den Grundaufbau einer Treiberschaltung mit konstanter Spannung für eine elektrochrome Anzeigeeinrichtung,

Fig. 7 den Grundaufbau einer erfindungsgemässen Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigeeinrichtung,

Fig. 8 einen in der Praxis verwendeten Schaltungsaufbau einer erfindungsgemässen Treiberschaltung für eine elektrochrome Anzeigeeinrichtung und

Fig. 9 ein Zeitdiagramm mit verschiedenen Signalformen, die bei der in Fig. 8 dargestellten Schaltung auftreten.

Elektrochromes Material ändert seine Farbe bei Anlegen eines elektrischen Feldes oder eines Stromes. Hierzu wird beispielsweise auf den Aufsatz von L.A. Goodman, «Passive Liquid Displays», RCA Report 613258 verwiesen. Es gibt zwei Arten von Elektrochrom-Anzeigeeinrichtungen, die als ECDs bezeichnet werden. Bei dem einen Typ wird die Farbänderung durch eine Änderung der Lichtdurchlässigkeit bzw. der Opazität einer anorganischen festen Schicht hervorgerufen. Fig. 1 zeigt einen typischen Aufbau einer solchen Einrichtung mit einem transparenten isolierenden Substrat 1, einer Anzeigeelektrode 2, einer Gegenelektrode 3, einer Bezugselektrode 4, einem Abstandsstück 5, einem Elektrolyten 6, einer Elektrochromschicht 7 und einer Isolierschicht 8. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird das elektrochrome Material auf die Gegenelektrode aufgebracht. Die anorganische Schicht 7, die normalerweise für die elektrochemische Metallverfärbung (Elektrokoloration) verwendet wird, ist Wolframoxid ( $WO_3$ ) und Molybdänoxid ( $MoO_3$ ) mit einer Dicke von etwa 1  $\mu m$ . Der Elektrolyt 6 ist eine Mischung aus Schwefelsäure, organischem Alkohol, beispielsweise Glycerin, und feinem weissem Pulver, beispielsweise  $TiO_2$ . Der Alkohol wird hinzugefügt, um die Säure zu verdünnen und das Pigment bzw. das Farbmittel wird dazu verwendet, um einen weissen reflektierenden Hintergrund für den Verfärbungsvorgang zu schaffen. Die Dicke der Flüssigkeit beträgt normalerweise etwa 1 mm. Die Rück- bzw. Hinterelektrode ist in der richtigen Weise für eine effektive Funktionsweise der Einrichtung gewählt.

Die amorphe  $WO_3$ -Schicht ist blau gefärbt, wenn Strom von der Gegenelektrode 3 zur Anzeigeelektrode 2 fliesst, wobei der Verfärbungsgrad proportional der Amplitude des durchfliessenden Stromes ist. Die blaue Farbe verschwindet oder bleicht aus, wenn die Polarität der angelegten Spannung umgekehrt wird. Dieser Vorgang wird als Entfärbung bezeichnet.

Die Verfärbung der Schicht wird offensichtlich durch Eintreten bzw. Injektion von Elektronen aus der lichtdurchlässigen Elektrode und von Hydrogen-Ionen (Protonen) aus dem Elek-

trolyten hervorgerufen. Das Entfärben tritt auf, weil die Elektronen und Protonen zu ihren jeweiligen Ausgangslagen zurückkehren, wenn die Polarität umgekehrt wird. Die Farbe hält sich mehrere Tage, auch nachdem die die Verfärbung hervorrufende Spannung abgeschaltet wird (es tritt also ein Speichereffekt auf).

Bei der zweiten Art von ECDs wird eine elektrisch hervorgerufene chemische Reduktion einer farblosen Flüssigkeit herangezogen, um eine farbige bzw. verfärbte unlösliche Schicht auf der Kathodenfläche zu bilden. Wenn kein Sauerstoff vorhanden ist, bleibt die verfärbte Schicht solange unverändert, wie kein Strom fließt. Bei Anwesenheit von Sauerstoff verschwindet die Verfärbung jedoch allmählich wieder. Dieser Vorgang wird als «Verlassen» bezeichnet. Bei Umkehrung der angelegten Spannung löst sich die Schicht in der Flüssigkeit, wobei gleichzeitig die Farbe gelöscht wird. Die farblose Flüssigkeit, die mit dem grössten Erfolg bis jetzt verwendet wurde, ist eine wässrige Lösung eines leitenden Salzes, KBr, sowie eines organischen Stoffes, Heptylviologen-Bromid. Dieses letztgenannte Material bildet bei elektrochemischer Reduktion eine purpurähnliche Schicht. Als Spannungen werden normalerweise Gleichspannungen von etwa 1 Volt verwendet. Der Grundaufbau der Zelle ist in Fig. 2 dargestellt und umfasst ein Glassubstrat 9, eine Rück- oder Gegenelektrode 10, Anzeigeelektroden 11, eine viologene Mischflüssigkeit 12 und ein Abstandsstück 13. Die Flüssigkeit ist normalerweise etwa 1 mm dick. Die auf Viologen beruhenden ECDs können dann, wenn beide Elektroden transparent sind, im Durchstrahlverfahren oder dann, wenn ein weisses reflektierendes Substrat der klaren elektrochromen Flüssigkeit untermischt wird, im Reflexionsverfahren arbeiten. Obgleich zuvor die prinzipielle Arbeitsweise der ECDs beschrieben wurde, weisen die ECDs die folgenden Eigenschaften auf:

- (1) Der Sichtwinkel ist äusserst breit,
- (2) der Kontrast ist sehr hoch und unabhängig vom Sichtwinkel,
- (3) die Treiberspannung ist sehr gering (sie liegt unterhalb einiger Volt),
- (4) es sind Speichereffekte vorhanden, mit denen der Verfärbungszustand nach der Abschaltung der Verfärbungsspannung von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen aufrechterhalten wird,
- (5) der Verfärbungsgrad ist durch die durch eine Zelle hindurchfliessende Ladungsmenge festgelegt und
- (6) der Energieverbrauch ist proportional der Anzeigefläche und der Zahl der sich wiederholenden Verfärbungs-Entfärbungs-Zyklen.

Die ECDs sind insbesondere für eine Anzeigeeinrichtung bei tragbaren elektronischen Geräten geeignet, weil sie mit geringer Spannung, wie sie eine Batterie liefert, betrieben werden können.

Es gibt üblicherweise drei unterschiedliche Ansteuer- bzw. Treiberverfahren für die ECDs. Das heisst, das Treiber- bzw. Anzeigeverfahren für die elektrochrome Anzeigeeinrichtung (ECD) ist entweder das Verfahren mit konstantem Potential, das Verfahren mit konstantem Strom oder das Verfahren mit konstanter Spannung.

#### (A) Treiberschaltung mit konstantem Potential

Fig. 4 zeigt eine typische Treiberschaltung mit konstantem Potential. Bei dem Treiberverfahren mit konstantem Potential wird die an die Gegenelektrode 3 angelegte Spannung derart gesteuert, dass eine Spannungsdifferenz zwischen der Anzeigeelektrode 2 und der Bezugselektrode 4 auf einem vorgegebenen Wert  $U$  gehalten wird. Wenn die Anzeigeelektrode 2 auf einem Potential gehalten wird, das um einen vorgegebenen Wert bzw. einen Schwellwertpegel  $E_{th}$  kleiner als das Potential an der Bezugselektrode 4 ist, tritt der Verfärbungsvorgang auf.

Wenn die Anzeigeelektrode 2 dagegen auf einem Potential gehalten wird, das um mehr als den Schwellwertpegel  $E_{th}$  höher ist als das Potential der Bezugsspannung 4, wird die Anzeigeelektrode 2 entfärbt.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Treiberschaltung werden die Anzeigeelektroden selektiv mit Masse verbunden. Wenn der vorgegebene Wert  $U$  ein positiver Wert ist, so wird das Potential der Anzeigeelektrode daher kleiner als das Potential der Bezugselektrode. Die in Fig. 4 dargestellte Treiberschaltung besitzt einen linearen Verstärker 14 und Segmentwahlschalter 15. In Fig. 4 ist nur ein Segmentwahlschalter 12 dargestellt. Natürlich sind für jede Segmentelektrode 2 jeweils Segmentwahlschalter 12 vorgesehen, um die Anzeigeelektroden oder die Segmentelektroden in der richtigen Weise zu wählen.

Fig. 3a zeigt die Anordnung eines typischen Siebensegment-Zahlenanzeigemusters. In Fig. 3b sind die Anzeigebedingungen für die Zahlen 1 bis 0, sowie die Signalformen dargestellt, die an die jeweiligen Anzeigeelektroden in Fig. 3a angelegt werden.

Das Verfärben und Entfärben wird durch Schliessen entsprechender Segmentwahlschalter vorgenommen. Solange die Segmentwahlschalter geöffnet, also nichtleitend sind, werden diese Segmente im Speicherzustand gehalten, da sie bei Anschalten bzw. Erregen anderer Segmente nicht beeinflusst werden. Obgleich es dieses Verfahren ermöglicht, den Verfärbungsgrad unter den Segmenten gleich zu machen, indem die Potentialspannung bis zwischen den Grenzflächen bzw. Übergängen gehalten wird, ist dafür die dritte Elektrodenart erforderlich, nämlich die Bezugselektrode und der Linearverstärker mit damit verbundener komplexer Zellenstruktur und aufwendigem Schaltungsaufbau.

#### (B) Konstantstrom-Treiberschaltung

Fig. 4 zeigt eine typische Konstantstrom-Treiberschaltung, die in der Hauptsache aus einer Konstantstromquelle 16 besteht. Ein Schreib-/Lösch-Schalter 17 befindet sich im offenen, d.h. nichtleitenden Zustand, wenn die Segmentelektrode 2 in ihrem Speicherzustand gehalten werden soll. Die Anschlüsse  $W$  sind für den Verfärbungsvorgang, die Anschlüsse  $E$  für den Entfärbungsvorgang und die Anschlüsse  $M$  für die Speicherfunktion vorgesehen.

Die Konstantstromquelle weist den Vorteil auf, dass der Verfärbungsgrad durch geeignete Wahl der Amplitude des hindurchfliessenden Stromes auf einen gewünschten Wert eingestellt werden kann. Insbesondere kann der Verfärbungsgrad auch konstant gehalten werden, wenn der Widerstand eines Elektrodenleitungsbereichs schwerwiegende Schwierigkeiten hinsichtlich eines Spannungsabfalls verursacht, oder wenn die Kennlinien bzw. Kennwerte des elektrochromen Materials von Zelle zu Zelle unterschiedlich sind. Es ist weiterhin möglich, einen konstanten Strom anzulegen, auch wenn Temperaturschwankungen in der Umgebung auftreten. Wenn jedoch ein geringer Unterschied zwischen der Stromamplitude beim Schreibvorgang und der Stromamplitude beim Löschvorgang auftritt, addiert bzw. akkumuliert sich ein solcher Fehler über die aufeinanderfolgenden Schreib-Lösch-Zyklen hinweg, und verstärkt sich daher in einer Richtung. Im Falle, dass die Stromamplitude beim Schreibvorgang grösser als die Stromamplitude beim Löschvorgang ist, wird der Verfärbungsvorgang verstärkt, und es ist praktisch nicht möglich, eine vollständige Löschung zu erreichen. Wenn die Stromamplitude beim Schreibvorgang dagegen kleiner ist, fließt auch noch Strom nach dem Löschvorgang und bewirkt sehr unerwünschte Nebenreaktionen und Wirkungen, wie die Zersetzung des Elektrolyten und das Abtragen der jeweiligen Elektroden.

#### (C) Treiberschaltung mit konstanter Spannung

Fig. 6 zeigt eine typische Treiberschaltung mit konstanter

Spannung. Diese Schaltungsanordnung umfasst in der Hauptsache eine Konstantspannungsquelle 18 für die Verfärbung, eine Konstantspannungsquelle 19 für die Entfärbung und einen Wahlschalter 20. Bei diesem Verfahren erhält man im Vergleich zu den zuvor beschriebenen beiden Steuer- bzw. Treiberverfahren eine sehr einfache Schaltungsanordnung, die die Energie sehr effektiv nutzt. Eine solche Treiberschaltung mit konstanter Spannung ist insbesondere für Geräte von Vorteil, die mit einer Batterie betrieben werden und eine geringe Leistungsaufnahme bzw. eine geringe Leistungsdissipation aufweisen sollen.

Die Spannung wird bei der Anzeigeelektrode im Löschezustand wirkungsvoll an die Grenzfläche bzw. an den Übergang angelegt, weil die Wolframoxid-Schicht beim Löschvorgang einen hohen Widerstand aufweist. Dadurch ist es nicht erforderlich, eine so hohe Spannung anzulegen, bei der unerwünschte Nebenwirkungen auftreten. Durch das Anlegen der Spannung in dieser Weise wird weiterhin ein schnelles Ansprechverhalten erzielt. Beim Verfärbungsvorgang führt der am Übergang zur Gegenelektrode auftretende Spannungsabfall zu nachteiligen Wirkungen, die Änderungen in der Potentialdifferenz am Übergang zu den ausgewählten Anzeigeelektroden hervorrufen. Der Verfärbungsgrad der jeweiligen Segmente ändert sich jedesmal, wenn sich die Gesamtfläche einer visuellen Anzeige ändert, so dass dadurch die Lesbarkeit einer visuellen Anzeige verschlechtert wird.

Es wurden die Nachteile und Vorteile der jeweiligen Ansteuer- bzw. Treiberverfahren erläutert. Gemäss der vorliegenden Erfindung wird das Treiberverfahren mit konstantem Strom für den Schreibvorgang und das Treiberverfahren mit konstanter Spannung für den Löschvorgang angewendet. Die vorliegende Erfindung nützt die Vorteile beider Treiberverfahren aus und vermeidet die Nachteile dieser beiden Treiberverfahren. Mit anderen Worten, bei der vorliegenden Erfindung wird ein aufwendiger, komplexer Zellenaufbau und eine aufwendige Treiberschaltung und Ausrüstung aufgrund der dritten Elektrode und des analogen linearen Verstärkers, Schwankungen oder Änderungen des Verfärbungsgrades und unerwünschte Nebenwirkungen beim Löschvorgang vermieden.

Fig. 1 zeigt eine grundsätzliche Treiberschaltung gemäss der vorliegenden Erfindung mit einem Schreib-/Lösch-Wahlschalter 23. Der Wahlschalter 23 ist beim Schreibvorgang mit einer Konstantstromquelle 21 und beim Löschvorgang mit einer Konstantspannungsquelle 22 verbunden. Der Speicherzustand der Anzeigezelle ist dann gegeben, wenn der Schalter 23 offen, d.h. nichtleitend ist. Der Wahlschalter 23 besitzt eine Schreibklemme W, eine Speicherklemme M und eine Löschklemme E.

Fig. 8 zeigt eine Schaltungsanordnung und Fig. 9 Signalformen gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Fig. 8 zeigt nur drei Segmente, die Gegenelektrode 3, Segmentelektroden S<sub>1</sub> bis S<sub>3</sub>, Segmentwahl-Analogschalter T<sub>S1</sub> bis T<sub>S3</sub>, Schreibstrom-Wahlschalter T<sub>C1</sub> bis T<sub>C3</sub>, einen Löschschalter T<sub>E</sub>, Widerstände R<sub>0</sub> bis R<sub>3</sub>, Transistoren T<sub>1</sub> bis T<sub>3</sub>, eine Diode und einen Widerstand d bzw. R<sub>s</sub>, die dazu dienen, Unterschiede bei den Kennlinien oder Kennwerten der Transistoren T<sub>R3</sub> zu unterdrücken, wenn die Transistoren im aktiven Bereich betrieben werden, einen Widerstand R<sub>4</sub>, ein Taktsignal CL für einen D-Flip-Flop 24, ein Verfärbungs-Zeitsteuersignal W, ein Entfärbungs-Zeitsteuersignal E, ein Segmentsignal S<sub>s1</sub>, bei dem ein hoher Pegel den verfärbten Zustand des Segments S<sub>1</sub> und ein niedriger Pegel den entfärbten Zustand des Segments S<sub>1</sub> darstellt, sowie Versorgungsquellen -V<sub>1</sub>, -V<sub>3</sub>, +V<sub>2</sub>, +V<sub>4</sub>. Die Signale CL, W und E sind allen Segmenten gemeinsam. Eine Änderung des Anzeigemusters tritt an der Rückflanke der Taktsignale CL auf. Die Änderungsperiode ist gleich oder einem ganzzahligen Vielfachen der Periode der Taktsignale CL.

Die in Fig. 8 dargestellte Schaltung funktioniert folgendermassen. Das Segmentsignal gelangt an einen Eingang eines exklusiven ODER-Glieds 25, an dessen anderem Eingang das Q-Ausgangssignal eines D-Flip-Flops 24 liegt. Das Segmentsignal nimmt nur während der Periode von CL, die mit Ch<sub>1</sub> bezeichnet wird, einen hohen Binärwert an. Das Signal C<sub>h1</sub> weist einen niederen Binärwert auf, wenn keine Änderung des Segmentsignals festgestellt wird. Am Ausgang G<sub>1</sub> des ODER-Glieds 26 wird das Verfärbungs-Zeitsteuersignal W bei einem Signal S<sub>s1</sub> mit hohem Binärwert und ein Entfärbungs-Zeitsteuersignal E bei einem Signal S<sub>s1</sub> mit niedrigerem Binärwert bereitgestellt. Das logische Produkt der Signale Ch<sub>1</sub> und G<sub>1</sub> ist das Signal C<sub>1</sub>. Oder anders ausgedrückt, nur wenn sich das Segmentsignal S<sub>s1</sub> ändert, bewirken derartige Änderungen vom Binärwert «L» zum Binärwert «H» und vom Binärwert «H» zum Binärwert «L», dass im Signal C<sub>1</sub> das Verfärbungszeitsteuersignal W bzw. das Entfärbungszeitsteuersignal E auftreten kann.

Der Verfärbungs- oder Entfärbungsstrom wird nur an das Segment oder an die Segmente gelegt, dessen bzw. deren Anzeigezustände geändert werden soll. Dadurch wird Strom und Energie gespart. In der Zwischenzeit wird an diejenigen Segmente, deren Anzeigezustand zum Anzeigen eines bestimmten Anzeigemusters bzw. einer bestimmten Zahl einander gleich ist, Strom angelegt, wobei Vorteil aus der Tatsache gezogen wird, dass die ECD-Einrichtung eine Speicherwirkung zeigt.

Das logische Produkt aus dem Signal C<sub>1</sub> und dem Schreib-Zeitsteuersignal W ist das Eingangssignal H<sub>1</sub>, das an den Schalter T<sub>c1</sub> gelangt. Wenn dieses Eingangssignal einen hohen Binärwert aufweist, wird die Spannungsquelle -V<sub>1</sub> angeschlossen. Das logische Produkt aus dem Signal C<sub>1</sub> und dem Entfärbungszeitsteuersignal E ist das Signal P<sub>1</sub>. Die logische Summe der Signale P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> und P<sub>3</sub> ist das Eingangssignal K, das zum Löschschalter T<sub>E</sub> gelangt, der dann, wenn das Eingangssignal K einen hohen Binärwert aufweist, die Spannungsquelle +V<sub>2</sub> anschliesst. Obgleich nur die Segmentsignale S<sub>s1</sub> dargestellt sind, steuern die anderen Segmentsignale die Transistoren T<sub>s2</sub>, T<sub>s3</sub> und T<sub>s3</sub> in entsprechender Weise:

Es sei nun angenommen, dass das Segmentsignal S<sub>s1</sub> von einem niederen Binärwert «L» in einen hohen Binärwert «H» übergeht. Das einzige Verfärbungszeitsteuersignal W tritt dann in den Signalen C<sub>1</sub> und H<sub>1</sub> auf, so dass gleichzeitig die Schalter T<sub>s1</sub> und T<sub>c1</sub> in den leitenden Zustand versetzt werden. Daher wird der Transistor T<sub>r1</sub> sowie die Diode D und der Transistor T<sub>r3</sub> durch die von der Spannungsquelle -V<sub>1</sub> bereitgestellte Spannung in den leitenden Zustand versetzt. Wenn die Kennlinie der Diode D der Kennlinie des Basisübergangs des Transistors T<sub>r3</sub> ähnlich ist, ist der Kollektorstrom des Transistors T<sub>r3</sub> gleich dem Kollektorstrom des Transistors T<sub>r2</sub>.

Da der Kollektorstrom des Transistors T<sub>r1</sub> etwa V<sub>1</sub>/R<sub>1</sub> ist, zieht der Transistor T<sub>r3</sub> einen konstanten Strom, der das Segment S<sub>1</sub> verfärbt. Wenn beide Segmentsignale S<sub>s1</sub> und S<sub>s2</sub> gleichzeitig von einem niederen Binärwert in einen hohen Binärwert übergehen, werden die Transistoren T<sub>c1</sub> und T<sub>c2</sub> in den leitenden Zustand versetzt, so dass der konstante Strom V<sub>1</sub> (1/R<sub>1</sub> + 1/R<sub>2</sub>) in die Gegenelektrode fliesst und das Segment S<sub>1</sub> sowie das Segment S<sub>2</sub> verfärbt wird.

Die Stärke des konstanten Stromes ändert sich in Abhängigkeit von der Anzahl der Segmente, die für eine Änderung des Anzeigezustandes erforderlich sind, wobei diese Änderung durch das Treiber- bzw. Ansteuerverfahren mit konstantem Strom beim Verfärbungsverfahren durchgeführt wird. Wenn die Widerstände R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> und R<sub>3</sub> so gewählt sind, dass die Kehrwerte dieser Widerstände, nämlich 1/R<sub>1</sub>, 1/R<sub>2</sub> und 1/R<sub>3</sub> mit den Verhältnissen der Flächen ihrer zugeordneten Segmente S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> und S<sub>3</sub> übereinstimmen, so ist die Gesamtfläche der zu verfärbenden Segmente proportional dem Konstantstromwert. Auf

diese Weise wird der Stromwert bzw. die Ladungsmenge, die pro Einheitsfläche fließt, konstant gemacht, so dass der Verfärbungsgrad bei allen Anzeigemustern einheitlich ist.

Bei der Durchführung des Treiber- bzw. Ansteuerungsverfahrens mit konstantem Strom wird jedoch noch auf die folgende Tatsache verwiesen. Die Spannung sollte zur Vergrößerung bzw. zum Konstanthalten des Konstantstromwertes ansteigen, wenn ein relativ starker Strom festgehalten werden soll, oder wenn der Verfärbungsgrad der Gegenelektrode kurz ist (die  $\text{WO}_3$ -Schicht weist beim Entfärbungsvorgang einen hohen Widerstand auf). Wenn die Spannung zu sehr ansteigt, treten an der Zelle unerwünschte Nebenwirkungen auf, die das Zellenverhalten verschlechtern. Aus diesem Grunde wird der in Fig. 8 dargestellte Transistor  $T_{r3}$  aus dem aktiven Kennwertbereich in den gesättigten Bereich gebracht, wenn die Schreibspannung in einem bestimmten Masse ansteigt, so dass das Treiberverfahren mit konstantem Strom durchgeführt wird: Dies kann durch eine richtige, geeignete Wahl der Versorgungsspannung  $+V_4$  und des Widerstands  $R_5$  bewirkt werden. Die Versorgungsspannung  $+V_4$  sollte nicht zu hoch sein, und es

sollten nicht mehr als 3 Volt in der Zelle anliegen.

Der Entfärbungsvorgang wird nachfolgend erläutert. Wenn wenigstens eines der Segmentssignale  $S_{s1}$  bis  $S_{s3}$  vom hohen Binärwert «H» in den niederen Binärwert «L» übergeht, tritt das Entfärbungssignal E als Ausgangssignal K und wenigstens eines der Ausgangssignale  $C_1$ ,  $C_2$  und  $C_3$  auf, die den Schalter  $T_E$  bzw. den entsprechenden Segmentwahlschalter (wenigstens einen der Schalter  $T_{s1}$ ,  $T_{s2}$  und  $T_{s3}$ ) in den leitenden Zustand versetzt. Infolgedessen versetzt die Versorgungsspannung  $+V_2$  die Transistoren  $T_{r2}$  und  $T_{r4}$  in den leitenden Zustand. Der entsprechende Segmentwahlschalter wird gleichzeitig in den leitenden Zustand versetzt. Daher fließt Strom und entfärbt das entsprechende Segment. Da der Transistor  $T_{r4}$  im gesättigten Kennlinienbereich betrieben wird, liegt das Treiber- bzw. Ansteuerverfahren mit konstanter Spannung (mit einer Spannung von etwa  $-V_3$ ) vor.

Die vorliegende Erfindung wurde zuvor anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben. Es sind zahlreiche Abwandlungen und Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung möglich, ohne dass dadurch der Erfindungsgedanke verlassen wird.

Fig.3a

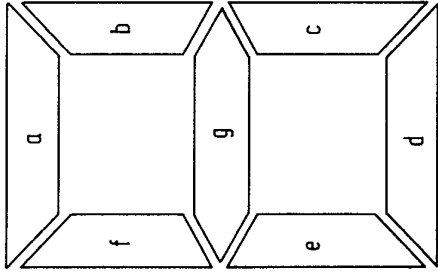


Fig.1

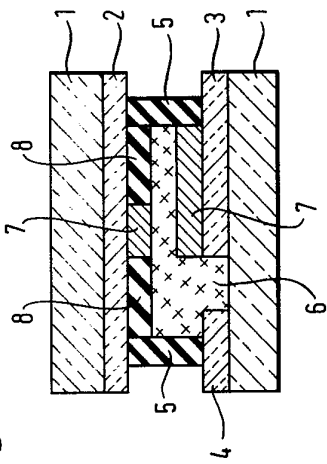


Fig.3b

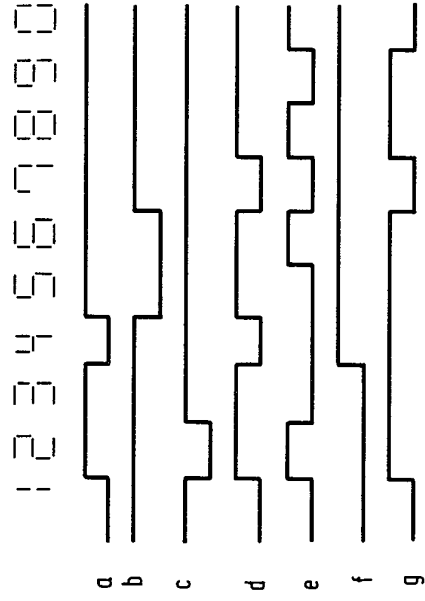


Fig.2

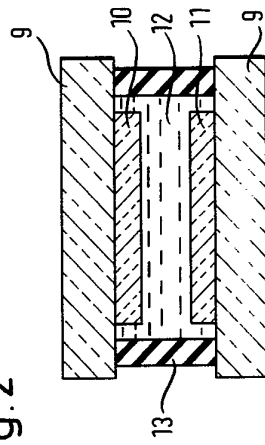


Fig.6

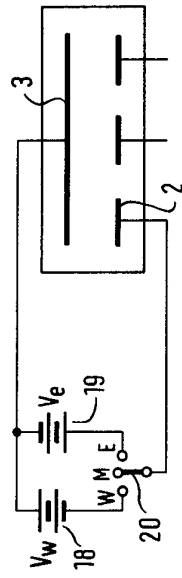


Fig.7

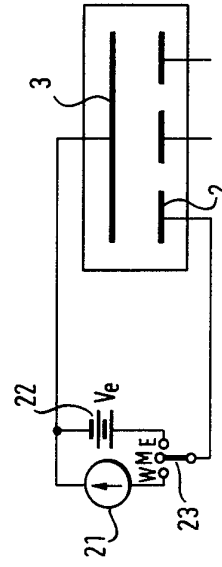


Fig.4

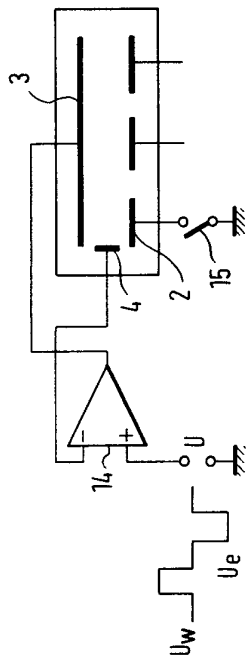


Fig.5

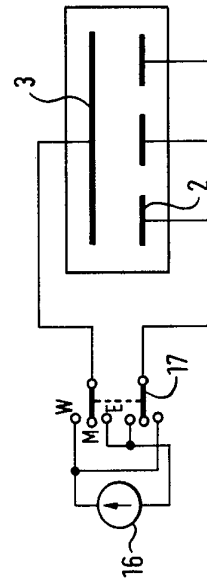


Fig. 8

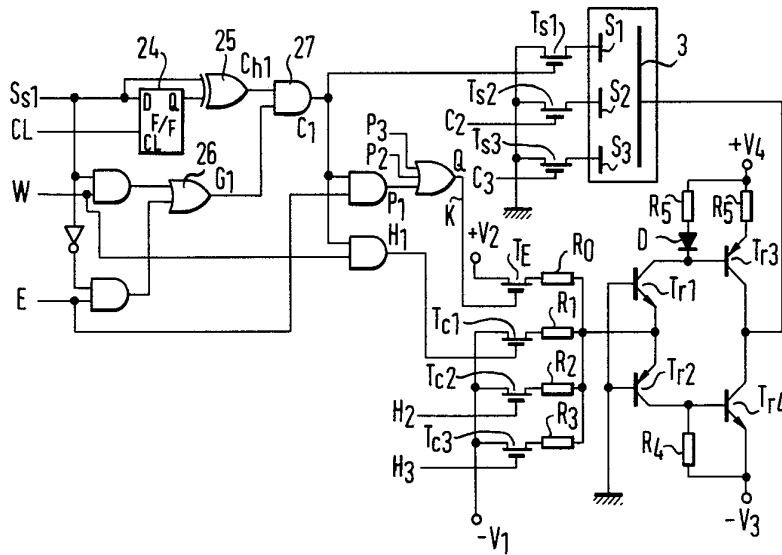


Fig.9

