



**SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT**  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>: G 09 F 9/30  
G 09 G 3/04



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

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪ **633 645**

⑳ Gesuchsnummer: 15126/77

㉒ Anmeldungsdatum: 09.12.1977

③① Priorität(en): 22.12.1976 GB 53515/76

㉔ Patent erteilt: 15.12.1982

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.12.1982

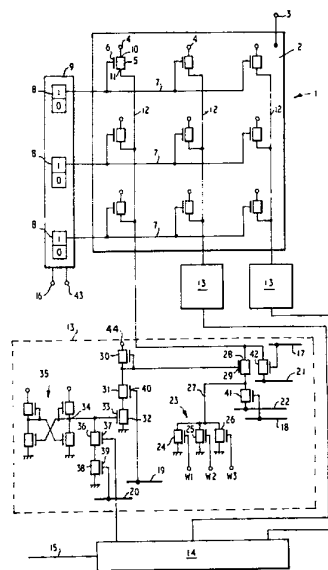
⑦③ Inhaber:  
International Business Machines Corporation,  
Armonk/NY (US)

⑦② Erfinder:  
Donald John Barclay, Winchester/Hants (GB)  
Colin Leonard Bird, Eastleigh/Hants (GB)  
Michael Henry Hallett, Chandlers Ford/Hants (GB)  
David Hugh Martin, Chandlers Ford/Hants (GB)

⑦④ Vertreter:  
Dipl.-Ing. Wolfgang Möhlen, c/o IBM Corp.,  
Rüschlikon

**⑤④ Verfahren zur Wahrung der Anzeigeintensität einer elektrochromen Bildanzeigevorrichtung sowie Steueranordnung zur Ausführung des Verfahrens.**

⑤⑦ Im Betrieb elektrochromer Bildanzeigevorrichtungen, die gruppenweise geordnete Anzeigeelektroden (4) umfassen, tritt in der Regel eine Minderung der Anzeigeintensität auf, wenn nur wenige Anzeigeelektroden (4) einer Gruppe an der Anzeige beteiligt sind. Die Ursache ist ein Ladungsverlust der gewählten Anzeigeelektroden (4) infolge Potentialdifferenz zu den nicht gewählten Elektroden und eine entsprechende Rückbildung der niedergeschlagenen Farbschicht. Durch Ausgleich der Potentiale auf den verschiedenen Elektroden wird der Ladungsverlust unterbunden. Dieser Ausgleich ist hergestellt, wenn die nicht gewählten Anzeigeelektroden (4) wenigstens von einem monomolekularen und unsichtbaren Materialniederschlag bedeckt sind.



## PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Wahrung der Anzeigeintensität einer elektrochromen Bildanzeigevorrichtung, bestehend aus einer elektrochromen Anzeigetafel (1) mit einer Anzahl Anzeigeelektroden (4) sowie einer Gegenelektrode (2), wobei erstere zur Ermöglichung einer Auswahl in wenigstens einer Gruppe miteinander elektrisch in Verbindung stehen, und aus Schaltmitteln (5, 9, 13, 14) zur Auswahl wenigstens einer Zahl der genannten Anzeigeelektroden und zur Erzeugung einer Anzeige auf denselben durch Bildung eines sichtbaren Farbniederschlags, dadurch gekennzeichnet, dass die Potentiale gewählter und nicht gewählter Anzeigeelektroden ausgeglichen werden, indem auf allen nicht zur Bildanzeige gewählten Anzeigeelektroden einer genannten Gruppe, die wenigstens eine gewählte Anzeigeelektrode umfasst, ein unsichtbarer Materialniederschlag gebildet wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für den Potentialausgleich zwischen gewählten und nicht gewählten Anzeigeelektroden wenigstens den letzteren eine Grundladung zugeführt wird, welche den Niederschlag einer oder zweier monomolekularer und daher durchsichtiger Materialschichten auf diesen Elektroden bewirkt.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der genannte unsichtbare Materialniederschlag mit einer Niederschlagsgeschwindigkeit gebildet wird, die jener zur Bildung eines sichtbaren Farbniederschlags gleich ist, dass jedoch der unsichtbare Niederschlag während einer Zeitspanne erfolgt, die ein feststehender Bruchteil der Zeitspanne für die Bildung des sichtbaren Farbniederschlags ist.

4. Steueranordnung zur Ausführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 in einer elektrochromen Bildanzeigevorrichtung, in der die genannten Anzeigeelektroden (4) der Anzeigetafel (1) gleiche Oberflächen aufweisen und in Zeilen und Spalten geordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass diese Steueranordnung für jede der Anzeigeelektroden einen elektronischen Schalter (5) mit zur Steuerung des durchfließenden Stromes bestimmtem Steueranschluss (6) aufweist, dass ferner alle Steueranschlüsse der zur selben Zeile gehörenden Schalter (5) mit einem Zeilenleiter (7) verbunden und dass schliesslich alle zur selben Spalte gehörenden Schalter (5) über einen Spaltenleiter (12) je an eine Spaltentreiberschaltung (13) angeschlossen sind.

5. Steueranordnung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Spaltentreiberschaltung (13) einen bistabilen Schaltkreis (35) und eine steuerbare Stromregleinrichtung (23) in Serie mit einem Transistorschalter (28), mit dem entsprechenden Spaltenleiter (12) und mit einer Stromquelle aufweist, dass der Transistorschalter (28), wenn der bistabile Schaltkreis (35) den einen Zustand eingenommen hat, solange geschlossen ist, bis auf den gewählten Anzeigeelektroden ein sichtbarer Farbniederschlag erzeugt ist, und dass der Transistorschalter (28), wenn der bistabile Schaltkreis (35) den anderen Zustand eingenommen hat, nur solange geschlossen ist, bis wenigstens auf den nicht gewählten Anzeigeelektroden ein unsichtbarer Materialniederschlag gebildet ist.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Steueranordnung zur Wahrung der Anzeigeintensität einer elektrochromen Bildanzeigevorrichtung. Diese besteht aus einer elektrochromen Anzeigetafel mit einer Anzahl Anzeigeelektroden sowie einer Gegenelektrode, wobei erstere zur Ermöglichung einer Auswahl in wenigstens einer Gruppe mit

einander elektrisch in Verbindung stehen, und aus Schaltmitteln zur Auswahl wenigstens einer Zahl der genannten Anzeigeelektroden und zur Erzeugung einer Anzeige auf denselben durch Bildung eines sichtbaren Farbniederschlags.

5 In der britischen Patentschrift Nr. 1 376 399 wurde Viologen als geeignetes elektrochromes Material vorgeschlagen, und zwar insbesondere Heptyl-Viologen-Dibromid, das im gelösten Zustand farblos ist, bei Durchgang eines elektrischen Stromes jedoch auf der Anzeigeelektrode einen purpurfarbigen Niederschlag hinterlässt. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf dieses Material beschränkt. Sie gilt für Bildanzeigeräte, bei denen die Anzeigeelektroden in Gruppen zusammengefasst sind, um die Elektroden auswählen zu können, auf denen der Anzeigeeffekt erreicht werden soll. In einem allgemein gebräuchlichen Typ von Bildanzeigeräten sind beispielsweise zahlreiche punktförmige Elektroden in Zeilen und Spalten angeordnet. Ein ausgewähltes anzuzeigendes Bild wird dadurch erzeugt, dass man Strom an ausgewählte Anzeigeelektroden legt, wobei das Bild durch ein Muster von gefärbten Punkten gebildet wird. Zur Wahl und Isolation der Anzeigeelektroden gehört zu jeder Elektrode ein elektronischer Schalter mit drei Anschlüssen, beispielsweise ein Transistor. Die gesamten Steuerelektroden der Schalter, die zu den entsprechenden Zeilen der Anzeigeelektroden gehören, sind mit entsprechenden Zeilenleiter verbunden. Die Anzeigeelektroden einer jeden Spalte sind parallel über ihre entsprechenden Schalter und einen Spaltenleiter mit Treiber- und Wahlschaltungen für diese Spalte verbunden.

Diese parallele Verbindung von Anzeigeelektroden in Gruppen in einer elektrochromen Bildanzeige wirft das Problem auf, das durch die vorliegende Erfindung gelöst werden soll. Die Gruppe in der gerade beschriebenen Anordnung sind die Anzeigeelektroden der selben Spalte, es kann jedoch jede Anordnung sein, in der Strombahnen zwischen mehreren Anzeigeelektroden verlaufen. Gruppen von Anzeigeelektroden können somit so zusammengeschaltet werden, dass ausgewählte Buchstaben oder Zahlen angezeigt werden, indem man einige Elektroden der angeschlossenen Gruppe auswählt. Eine rechteckige Anordnung von 7×9 punktförmigen Anzeigeelektroden beispielsweise kann eine Zeichenposition bilden, wobei alle Elektroden über entsprechende Transistorschalter mit einer gemeinsamen Treiberschaltung verbunden sind. Die Transistorsteuerelektroden können an eine Auswahlerschaltung so angeschlossen werden, dass Buchstaben oder Zahlen dadurch optisch angezeigt werden, weil die gewählten Anzeigeelektroden sich aufgrund der Erregung der gewählten Steuerelektroden verfärben.

Wie in der britischen Patentschrift Nr. 1 376 399 beschrieben ist, wird der Farbstoff an der als Kathode wirkenden Anzeigeelektrode durch Reduzierung von farblosem Viologen gebildet. Der umgekehrte Vorgang läuft an der Gegenelektrode, der Anode, ab. Die Bildung des Farbstoffes an einer Anzeigeelektrode wird Schreiboperation genannt und die Entfernung dieses Stoffes durch Oxidation nennt man Löschoption. Eine Farbstoff tragende Anzeigeelektrode wird als beschrieben bezeichnet.

Wenn eine Anzeigeelektrode beschrieben wird, wird eine ausreichend starke Ladung zum Niederschlagen einer deutlich sichtbaren Farbstoffschicht aufgebracht. Dazu gehört das Überziehen der Elektrode mit einigemal zehn Molekularschichten des Farbstoffes, weil ein oder zwei Schichten nicht sichtbar sind. Nebenbei sollte erwähnt werden, dass ein elektrochromes Bildanzeigerät besonders für Bildanzeigen mit variabler Helligkeit geeignet ist. Die Farbstufe einer Elektrode lässt sich genau steuern, da die Menge des niedergeschlagenen Farbstoffes an einer Elektrode von der der Elektrode zugeführten Ladungsmenge abhängig ist. Eine beschriebene Elektrode steht auf einem wohl definierten Potential, gegeben durch die

Nernst-Gleichung:

$$E = E_0 + k \cdot \ln(p/c)$$

worin  $E_0$  und  $k$  konstant sind,  $c$  die Grundkonzentration des elektrochromen Materials im Elektrolyten und  $p$  der Anteil der von der niedergeschlagenen Schicht überzogenen Elektrode ist. Daraus folgt, dass  $E$  einen Höchstwert erreicht, wenn die Elektrode ganz überzogen ist und sich nicht ändert, auch wenn weiterer Farbstoff auf der Elektrode niedergeschlagen wird. Im Gegensatz dazu steht die nicht beschriebene Elektrode auf einem undefinierten Potential, das kleiner ist als  $E$  und bestimmt wird durch die Komponenten des Elektrolyten.

Zwischen der beschriebenen und einer nicht beschriebenen Elektrode besteht somit eine Potentialdifferenz. Zwischen den in einer Gruppe über elektronische Schalter zusammengefassten Elektroden findet eine Ladungsübertragung von den beschriebenen zu den nicht beschriebenen Elektroden gegen den Widerstand der elektronischen Schalter statt. Diese setzt sich fort, bis die nicht beschriebenen Elektroden eine Monomolekularschicht aus elektrochromem Material tragen und das Potential zwischen den beschriebenen und den nicht beschriebenen Elektroden gleich ist. Wenn Ladung von den beschriebenen Elektroden abgeführt wird, dann wird der Farbstoff auf diesen Elektroden in die Lösung zurückgeführt. Obwohl die monomolekularen Schichten elektrochromen Materials auf den unbeschriebenen Elektroden unsichtbar sind, hat der Ladungsverlust, der auch Ladungsleck genannt wird, die unerwünschte Wirkung, die Anzeige auf den beschriebenen Elektroden zu bleichen. Das Ausmass dieses Bleichens ist nicht konstant, da es vom Zahlenverhältnis der beschriebenen zu den unbeschriebenen Anzeigeelektroden in einer Gruppe abhängt. Wenn z.B. 1000 Anzeigeelektroden mit gleicher Fläche in einer Gruppe zusammengefasst sind, man 50 Mikrocoulomb/cm<sup>2</sup> zum Niederschlagen einer Monoschicht elektrochromen Materials braucht, und wenn 2,5 Millicoulomb/cm<sup>2</sup> zum Schreiben auf einer Elektrode gebraucht werden, dann zeigt eine einfache Rechnung, dass beim Beschreiben von weniger als 20 Elektroden durch das Ladungsleck die geschriebene Ladung abgeleitet wird, was zu einer unsichtbaren Monoschicht auf den beschriebenen Elektroden führt. Auch wenn mehr als 20 Elektroden beschrieben werden, reduziert der Bleicheffekt den Kontrast zwischen beschriebenen und unbeschriebenen Elektroden, insbesondere in den Elektrodengruppen, in denen nur wenige Elektroden beschrieben sind. Im allgemeinen ist natürlich ein starker Kontrast erwünscht.

Das Problem des Ladungsverlustes kann man auch aus der Sicht des Schaltungskonstruktors betrachten. Um einen gewünschten Kontrast zwischen beschriebenen und unbeschriebenen Elektroden zu bekommen, müsste man wissen, wie viele unbeschriebene Elektroden es in jeder Gruppe gibt, um die an die zu beschreibenden Elektroden zu liefernde Ladung zu bestimmen. Für eine gegebene Elektrodengruppe ändert sich diese Zahl aber von einem Bild zum anderen. Die Treiberschaltung muss dann Stromgeneratoren enthalten, die genau steuerbar sind, so dass sie wechselnde Strommengen entsprechend dem anzuzeigenden Bild liefern. Durch eine solche Forderung werden die Komplexität und die Kosten für eine Treiberschaltung stark erhöht.

Dank der vorliegenden Erfindung soll der Ladungsverlust vermieden und dadurch die Bildanzeige verbessert werden. Es wurde oben schon festgestellt, dass wenige Molekularschichten des Farbstoffes unsichtbar sind. Den mit einer unsichtbaren Schicht überzogenen, nicht beschriebenen Elektroden ist eine sogenannte Grundladung verliehen worden. Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung erklärt, die ein Ausführungsbeispiel eines elektrochromen Bildanzeigegerätes darstellt.

Die dargestellte Bildanzeigetafel 1 besteht aus zwei Platten dielektrischen Materials wie beispielsweise Glas, von denen wenigstens eine transparent ist und die in einem bestimmten Abstand voneinander angeordnet und an den Kanten miteinander versiegelt sind. Sie bilden eine hermetisch abgeschlossene, mit einer Lösung elektrochromen Materials gefüllte Kammer. Die transparente Platte trägt eine transparente Gegenelektrode 2, beispielsweise eine dünne Oxidschicht, die mit einem auf einem geeigneten Potential gehaltenen Anschluss 3 verbunden ist. Die andere Platte trägt eine Anordnung von Anzeigeelektroden 4 aus Gold oder Platin oder einem anderen elektrochemisch neutralen Metall oder einer Metallverbindung.

Darstellungsgemäss sind die Anzeigeelektroden 4 punktförmig ausgebildet und in Zeilen und Spalten angeordnet, was jedoch keinerlei Einschränkung der Erfindung darstellen soll. Der Einfachheit halber sind der neun Anzeigeelektroden in drei Zeilen und Spalten angeordnet dargestellt, in der Praxis würde ein Bildanzeigegerät jedoch etwa 1000 Zeilen mit jeweils 1000 Anzeigeelektroden 4 enthalten. Jede Anzeigeelektrode 4 ist durch die Trägerplatte hindurch mit einem entsprechenden elektronischen Schalter 5 verbunden, der als Feldeffekttransistor dargestellt ist. Andere Transistortypen oder elektronische Schalter können jedoch ebenso gut verwendet werden. Die Gate-Elektroden 6 der Schalter 5, verbunden mit den Anzeigeelektroden 4 der selben Zeile, sind gemeinsam an die entsprechenden Zeilenleiter 7 angeschlossen. Die Zeilenleiter 7 sind mit entsprechenden bistabilen Kippschaltungen 8 eines Zeilenwahlregisters 9 verbunden.

Die Drain-Elektrode 10 eines jeden Schalters 4 ist an die zugehörige Anzeigeelektrode 4 und die Source-Elektroden 11 der Schalter 5 jener Anzeigeelektroden 4 der selben Spalte sind gemeinsam an einen entsprechenden Spaltenleiter 12 angeschlossen. Das Potential eines jeden Spaltenleiters 12 wird durch eine Spaltentreiberschaltung 13 bestimmt. Die Schaltung 13 ist im Detail für nur eine Spalte dargestellt. Die Spaltentreiberschaltung 13 spricht auf den Inhalt eines binären Schieberegisters 14 herkömmlicher Art an, das die seriell auf den Leiter 15 gegebenen Daten festhält. Die entsprechenden bistabilen Stufen des Schieberegisters 14 sind mit der Spaltentreiberschaltungen 13 verbunden.

Die Arbeitsweise eines elektrochromen Bildanzeigegerätes wird anschliessend beschrieben, ohne dass dabei die Anwendung der vorliegenden Erfindung oder Einzelheiten der Spaltentreiberschaltung speziell berücksichtigt werden.

Das Zeilenwahlregister 9 arbeitet normalerweise als zyklisches Schieberegister aufgrund eines Signals an einem Anschluss 16, durch das ein einzelnes Einerbit zyklisch durch das Register 9 geschoben wird. Fig. 1 zeigt jeden Zeilenleiter 7 verbunden mit einem Block mit der Beschriftung «1» der entsprechenden Stufe 8 des Zeilenwahlregisters 9. Das besagt, dass der entsprechende Zeilenleiter 7 erregt ist, wenn eine Stufe im Einerzustand steht. Die Erregung eines Zeilenleiters 7 erregt wiederum die Gate-Elektroden dieser Zeile und das Erregungssignal wird so gewählt, dass die Schalter 5 Strom leiten können. Der Umlauf des Einerbit im Register 9 lässt daher die Schalter 5 zeilenweise nacheinander schliessen, wobei jeweils nur Schalter einer Zeile geschlossen sind. Wenn die Schalter einer Zeile geschlossen sind, werden die bistabilen Schaltkreise in der Spaltentreiberschaltung auf 1 oder 0 gesetzt und dadurch festgelegt, ob Schreibsignale an die Spaltenleiter anzulegen sind. Wenn z.B. nur die mittlere Anzeigeelektrode einer Zeile zu aktivieren ist, wird nur die bistabile Schaltung in der mittleren Spaltentreibereinheit 13 auf 1 gesetzt, die bistabilen Schaltungen der anderen Einheiten werden auf 0 gesetzt. Die auf 1 stehenden bistabilen Schaltungen leiten das Schreibsignal jeweils an den Spaltenleiter 12, mit dem die Einheit 13 mit der bistabilen Schaltung verbunden ist. Das Schreibsignal wird an die Anzeigeelektrode 4 in der Zeile geleitet, deren

Schalter 5 geschlossen ist. Der Zustand der bistabilen Schaltungen entspricht den im Register 14 gespeicherten Daten. Daher ergibt sich nachstehende Operationsreihenfolge: Schieben der Daten in das Register 14, die definieren, welche Anzeigeelektroden einer Zeile zu beschreiben sind; Einstellen der bistabilen Schaltungen in den Spaltentreibereinheiten entsprechend den Daten im Register 14 und gleichzeitiges Schliessen der Schalter 5 der Zeile, auf die sich die Daten beziehen und schliesslich Anlegen eines Schreibsignals in allen Spaltentreibereinheiten 13. Diese Reihenfolge wird für alle Zeilen synchron mit dem Umlauf des Einerbit im Zeilenwahlregister 9 wiederholt.

Zum Schreiben gehört, wie schon gesagt, der Niederschlag einer deutlich sichtbaren Schicht von Farbstoff auf einer Anzeigeelektrode 4, und das führt dazu, dass die Anzeigeelektrode auf ein wohldefiniertes Potential relativ zu einer nicht beschriebenen Anzeigeelektrode festgelegt wird. Wenn nicht irgend etwas zur Verhinderung geschieht, folgt ein Ladungsverlust mit nachfolgendem Abgang des Farbstoffes von den beschriebenen Elektroden 4 zu den nicht beschriebenen Elektroden, die mit den beschriebenen Elektroden parallel geschaltet sind. Der Ladungsabfluss stoppt, wenn die Potentiale der beschriebenen und der nicht beschriebenen Elektroden ausgeglichen sind, d.h. wenn wenigstens eine monomolekulare Schicht des Farbstoffes auf den unbeschriebenen Elektroden niedergeschlagen ist. Die Elektroden in den entsprechenden Spalten in Fig. 1 bilden Gruppen parallel geschalteter Elektroden zwischen denen ein Ladungsleck auftreten kann. Die Erfindung verhindert ein Ladungsleck dadurch, dass auf jeder Elektrode wenigstens eine molekulare Schicht des Farbstoffes niedergeschlagen wird. Wo die Anzeigeelektrode beschrieben wird, wird soviel Farbstoff in ausreichendem Masse niedergeschlagen, dass er klar zu sehen ist. Eine nicht beschriebene Anzeigeelektrode trägt eine unsichtbare Schicht Farbstoff – bzw. die Grundladung. Die Potentialdifferenz zwischen beschriebenen und unbeschriebenen Elektroden ist Null und es tritt kein Ladungsverlust auf. Diese Grundladung wird aufgebracht, in dem man ein Schreibsignal an entsprechende Anzeigeelektroden während einer kürzeren Zeit anlegt, als zum Erzeugen einer deutlich sichtbaren Schicht des Farbstoffes nötig ist. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese spezielle Ausführung begrenzt. Zum Aufbringen der Grundladung kann man z.B. auch eine andere Stromquelle benutzen, als für den Schreibstrom, um einen Strom geringerer Grösse während der gleichen Zeit anzulegen, die man zum Erzeugen einer sichtbaren Schicht des Farbstoffes mit einem grösseren Strom braucht.

Jede Spaltentreibereinheit 13 in Fig. 1 umfasst Schaltungen mit Feldeffekt-Transistoren zum Anlegen von Signalen für das Schreiben, von solchen zum Aufbringen der Grundladung und solchen zum Löschen an die zugehörigen Spaltentreiber 12, und eine bistabile Schaltung 35 zum Speichern eines von einer entsprechenden Stufe des Registers 14 abgeleiteten Datenwertes. Jede Spaltentreibereinheit 13 spricht auf Steuersignale auf allen diesen Einheiten gemeinsamen Steuerleitungen an. Diese Signale sind: Alles-Löschen auf der Leitung 17, Wahlweise-Löschen auf der Leitung 18, das Negationssignal für Grundladung auf der Leitung 19 und das Datenladesignal auf der Leitung 20. Elektrisches Potential mit einem zur Entfernung des niedergeschlagenen Farbstoffes von den Anzeigeelektroden geeigneten Wert wird an die Sammelleitung 21, 22 angelegt, die allen Spaltentreibereinheiten 13 gemeinsam sind. Die Schreibsteuerung 23 besteht aus drei Transistoren, 24 bis 26, die zwischen Erde oder einem Referenzpotential und einem Leiter 27 parallel geschaltet ist, der wieder über einen Transistor 28 mit dem Spaltenleiter 12 verbunden ist. Die Gate-Elektroden der Transistoren 24 bis 26 sind entsprechend mit den Steueranschlüssen W1 bis W3 verbunden. Wenn der Transistor 28 leitet und einer der Schalter 5 geschlossen ist, öffnen Steuersignale an einem der Anschlüsse W1 bis W3 eine Strombahn, die den

Gegenelektrodenanschluss 3, den Elektrolyten, die mit dem geschlossenen Schalter 5 verbundene Anzeigeelektrode 4, den Spaltenleiter 12, den Transistor 28 und einen oder mehrere Transistoren 24 bis 26 umfasst. Die Grösse des über diese Bahn zu einem gegebenen Zeitpunkt fliessenden Stromes und somit die Menge des auf der Anzeigeelektrode 4 niedergeschlagenen Farbstoffes hängt davon ab, wie viele der Transistoren 24 bis 26 durch die Steuersignale W1 bis W3 auf Leitung geschaltet werden. Die höchste Farbtintensität erhält man, wenn alle drei Transistoren leiten und die kleinste, wenn nur einer leitet. Diese Anordnung der Schreibsteuerschaltung bietet die Möglichkeit, eine Bildanzeige mit veränderlicher Intensität zu erhalten.

Der Transistor 28 wird gesteuert durch das Potential an seiner Gate-Elektrode 29. Die Source-Elektrode eines Transistors 30, der als Stromquelle fungiert, ist mit der Gate-Elektrode 29 und über die Transistoren 31 und 32 mit Erde oder einem Referenzpotential verbunden. Die Drain-Elektrode des Transistors 30 ist mit einem Anschluss 44 verbunden, an den ein Potential angelegt wird, das dazu geeignet ist, den Transistor 28 in den leitenden Zustand zu schalten. Solange die Transistoren 31 und 32 nicht leiten, wird dieses Potential an die Gate-Elektrode 29 des Transistors 28 angelegt, wogegen bei Leitung der Transistoren 31 und 32 des Potential an der Gate-Elektrode 29 so ist, dass der Transistor 28 nicht leitet. Der Transistor 32 wird durch das Potential an seiner Gate-Elektrode 33 gesteuert, das vom Knotenpunkt 34 einer bistabilen Schaltung 35 bekannter Bauweise stammt. Die Schaltstellung der bistabilen Schaltung 35 wird gesteuert durch die Stellung einer entsprechenden Stufe des Registers 14, das die Leitfähigkeit eines Transistors 36 durch Steuerung des Potentials seiner Gate-Elektrode 37 steuert. Der Klarheit wegen ist eine herkömmliche Rückstellungsschaltung nicht gezeigt. Der Transistor 36 und ein Transistor 38 sind zwischen dem Knotenpunkt 34 und Erde oder einem Referenzpotential in Serie geschaltet. Die Gate-Elektrode 39 des Transistors 38 wird durch das Datenladesignal auf der Sammelleitung 20 gesteuert. Wenn dieses hoch ist, hängt der Zustand der bistabilen Schaltung davon ab, ob der Transistor 36 leitet oder nicht. Die Potentiale der soeben beschriebenen Dateneingabeschaltung werden so gewählt, dass bei Speicherung einer Null durch die bistabile Schaltung 35, was anzeigt, dass eine Schreiboperation nicht erforderlich ist, das Potential am Knotenpunkt 34 dann so ist, dass der Transistor 32 leitet. Die Leitfähigkeit des Transistors 31 wird durch das Potential an der Gate-Elektrode 40 gesteuert. Letzteres wird bestimmt durch das Potential auf der Sammelleitung 19, das den Transistor 31 mit Ausnahme einer kurzen Zeitspanne, die Grundladungszeit genannt wird, leitend macht. Während dieser Zeit, in der Transistor 31 nicht leitet, wird die Gate-Elektrode 29 auf das Potential am Anschluss 44 gelegt, mit dem Ergebnis, dass der Transistor 28 leitet.

Zusammenfassend kann die Bilderzeugung wie folgt beschrieben werden. Eine Zeile von Anzeigeelektroden wird gewählt. Wenn eine Anzeige an einer Elektrode in einer gegebenen Spalte der gewählten Zeile erzeugt werden soll, dann führt der Knotenpunkt 34 der Spaltentreiberschaltung 13 dieser Spalte ein Potential, so dass der Transistor 32 nicht leitet. Dann ist das Potential der Gate-Elektrode 29 dasjenige des Anschlusses 44, so dass durch den Transistor 28 Schreibstrom geleitet wird. Wenn andererseits kein Bild erzeugt werden soll, liegt am Knotenpunkt 34 ein Potential, mit dem die Transistoren 31 und 32 unter Steuerung durch das negierte Grundladungssignal leiten, ausgenommen während der Grundladungsperiode, in der der Transistor 31 nicht leitet. Der Transistor 28 wird dann eingeschaltet, um einen Schreibstrom vorgegebener Grösse während dieser Zeitspanne durchzulassen. Der Vorgang läuft mit der Wahl der nächsten Zeile von Anzeigeelektroden weiter.

Der notwendige Strom zur Erzeugung einer sichtbaren

Schicht von auf einer Anzeigeelektrode niederschlagendem Farbstoff kann in einer Operation geliefert werden, d.h. eine Zeile von Anzeigeelektroden wird gewählt, ein zum Beschreiben der gewählten Elektroden dieser Zeile ausreichender Schreibstrom angelegt und dann die nächste Zeile gewählt. Der benötigte Gesamtstrom wird jedoch vorzugsweise in mehreren gleichen Impulsen geliefert. Dadurch ergibt sich eine kürzere Schreibzeit und ein schrittweises Erscheinen des Bildes. Wenn n gleiche Impulse vorhanden sind, lässt man das Zeilenwahlregister 9 n mal umlaufen und jedesmal bei Wahl einer Zeile wird  $1/n$  des Gesamtschreibstromes an die gewählten Anzeigeelektroden geliefert. Bei diesem gepulsten Schreiben gibt es mehrere Möglichkeiten zur Erzeugung der Grundladung. In dem einen Verfahren wird die Lieferperiode für die Grundladung gleichmässig über die n Schreibzyklen verteilt und  $1/n$  des gesamten Schreibstromes für das Liefern der Grundladung in jedem Zyklus an jede nicht gewählte Anzeigeelektrode gegeben. Bei einem anderen Verfahren wird die Grundladung in einem Schreibzyklus geliefert, beispielsweise bei dem letzten der n Zyklen. Dabei wird jedoch vorausgesetzt, dass die Lieferzeit für die Grundladung nicht grösser ist als  $1/n$  der Gesamtschreibzeit. Die Parameter der Schreiboperation hängen stark von der Form und Topographie der Anzeigeelektroden ab. Es wurde jedoch festgestellt, dass  $2,5 \text{ mC/cm}^2$  Ladung erforderlich sind, um eine Anzeige an einer Elektrode zu erzeugen, wogegen  $200 \text{ }\mu\text{C/cm}^2$  Ladung als sogenannte Grundladung ausreichen. Die Lieferperiode für die Grundladung sollte daher 0,08mal so lang sein wie die volle Schreibperiode, wenn dieselbe Stromquelle verwendet wird. Daraus folgt, dass ein kompletter Schreibimpuls zur Lieferung der Grundladung in jeden Zyklus eingepasst werden kann, solange nicht mehr als zehn Schreibzyklen vorhanden sind.

Um Bildanzeigen mit veränderlicher Intensität, d.h. mit Graustufen zu bekommen, können die Transistoren 24 bis 26 wahlweise so betrieben werden, dass sie verschieden grosse Ströme an die Spaltenleiter 12 und somit verschiedene Ladungen an die Anzeigeelektroden 4 liefern. Um die während der Lieferperiode einer Grundladung niedergeschlagene Ladungsmenge genau zu bestimmen, muss eine bekannte Stromstärke an die Spaltenleiter gegeben werden. Es wird als Beispiel angenommen, dass zur Lieferung einer Grundladung nur der Transistor 24 durch ein Signal am Anschluss W1 auf Leitung geschaltet wird. Um sicherzustellen, dass während dieser Zeit nur der Transistor 24 leitet, sind verschiedene Anordnungen möglich. Der Schaltzustand der bistabilen Schaltung 35 kann beispielsweise abgefühlt und das Signal an W1 erzeugt werden, sobald die Schaltung 35 auf «0» steht. In einer Ausführungsmöglichkeit kann dafür gesorgt werden, dass ein Signal geeigneter Länge und Taktierung immer an den Anschluss W1 gegeben wird, dass Signale an die Anschlüsse W2 und W3 aber nur gegeben werden, wenn die Schaltung 35 auf «1» steht. Der Zustand der bistabilen Schaltung 35 zur Steuerung der Schreibsignale wird jedoch vorzugsweise nicht abgefragt, sondern es wird ein fester Ladungsbetrag an jede Elektrode gegeben, der einer Grundladung entspricht. Wo der Farbniederschlag sichtbar sein soll, wird ebenfalls Ladung in einer Grösse aufgebracht, die sich nach der erforderlichen Farbintensität ändert. Der feste Ladungsbetrag wird während der Lieferperiode der Grundla-

dung gegeben, so dass in dieser Zeit der zu liefernde Strom fixiert ist, wobei es keine Rolle spielt, ob die Anzeigeelektrode nur eine der Grundladung entsprechende unsichtbare oder eine sichtbare Schicht von Farbstoff trägt.

Die Erzeugerschaltungen für die Schreibsignale sind herkömmlicher Art und werden daher nicht im einzelnen beschrieben. Ein Oszillator liefert eine Folge von Grundtaktimpulsen, die in bekannter Weise für die Schreibsignale unterteilt werden. Die Schreibsignale können so lang sein, dass eine Elektrode in einer Operation beschrieben werden kann, oder sie können auch so getaktet sein, dass wie oben beschrieben Impulse angelegt werden. Bei langen Schreibsignalen oder bei Verteilung der Lieferperiode für die Grundladung auf alle Schreibperioden wird das negierte Signal für eine Grundladung durch Unterteilung der Grundtaktimpulse und Invertierung des Teilerausgangs abgeleitet. Wo das gepulste Schreiben in Kombination mit nur einer Lieferperiode für die Grundladung verwendet wird, bestimmt sich die Länge des negierten Signals für eine Grundladung durch Teilung der Grundtaktimpulse, und dasjenige Signal, das eine Reihe von Lieferperioden für die Grundladung definiert, wird durch Zählen der Schreibsignale und Benutzung jedes n-ten Schreibsignals zur Lieferung einer Grundladung geschaltet. Während der Schreiboperation kann ein bestimmter Ladungsverlust zwischen beschriebenen und nicht beschriebenen Zeilen auftreten, dieser ist jedoch vernachlässigbar klein.

Abschliessend werden noch die Löscheinrichtungen beschrieben. In der Löschoption wird die Ladung auf den Anzeigeelektroden einfach abgeleitet, und diese ist nicht zeitabhängig unter der Voraussetzung, dass der Operation eine bestimmte Mindestzeit zum vollständigen Ableiten der Ladung gegeben wird. Eine selektive Löscheinrichtung ist vorgesehen durch einen Transistor 41, die selektive Lössteuerleitung 18 und die Löschsammelleitung 22. Der Transistor 41 ist zwischen den Transistor 28 und die Löschsammelleitung 22 gelegt. Die selektive Lössteuerleitung 18 ist mit der Gate-Elektrode des Transistors 41 verbunden. Die Sammelleitung 22 ist relativ zum Potential der Gegenelektrode 2 etwas positiv. Wenn z.B. die Gegenelektrode 6 Volt führt, dann führt die Sammelleitung 22 6,2 Volt, wenn der Transistor 41 leitet. Je nach dem Zustand des Registers 9 und der bistabilen Schaltungen 35 wird eine Anzeigeelektrode oder auch eine Elektrodenzeile zum Löschen gewählt. Mit dieser Einrichtung lässt sich zeilenweise oder auch innerhalb begrenzter Bildfelder oder alphanumerischer Anzeigen löschen.

Durch den Transistor 42, die Massenlösch-Steuerleitung 17 und die Löschsammelleitung 21, die mit der Sammelleitung 22 verbunden werden kann, ist ein anderes Lösungsverfahren vorgesehen. Der Transistor 42 ist mit dem Transistor 28 bezogen auf den Spaltenleiter 12 parallel geschaltet. Für eine Gesamtlösung, bei der alle Anzeigeelektroden gleichzeitig gelöscht werden, werden alle Stufen des Zeilenwahlregisters 9 durch ein Signal am Anschluss 43 auf 1 geschaltet, und dann führen die Gate-Elektroden aller Schalter 5 ein Potential, das die Schalter leitend macht. Wenn die Steuerleitung 17 ein Potential führt, durch das der Transistor 42 leitend gemacht wird, dann fliesst ein umgekehrter Strom über alle Anzeigeelektroden und führt zur Entfernung des gesamten niedergeschlagenen Materials.

