



(10) **DE 11 2006 002 427 B4** 2016.06.02

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 002 427.2**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/GB2006/003171**  
 (87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/031704**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **25.08.2006**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.03.2007**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **26.06.2008**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **02.06.2016**

(51) Int Cl.: **G09G 3/3233 (2016.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**0518541.8**                      **12.09.2005**    **GB**

(73) Patentinhaber:  
**Cambridge Display Technology Ltd.,**  
**Cambridgeshire, GB**

(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG**  
**mbB, 80802 München, DE**

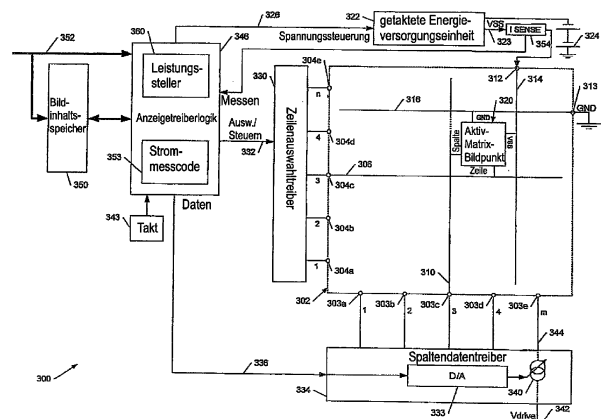
(72) Erfinder:  
**Routley, Paul, Cambridgeshire, GB; Smith, Euan,**  
**Cambridgeshire, GB**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>GB</b>	<b>2 389 951</b>	<b>A</b>
<b>US</b>	<b>2004 / 0 263 444</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>4 539 507</b>	<b>A</b>
<b>EP</b>	<b>0 717 446</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>90/ 13 148</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>95/ 06 400</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>99/ 21 935</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>99/ 42 983</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>99/ 48 160</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>02/ 067 343</b>	<b>A1</b>
<b>WO</b>	<b>2003/ 038 790</b>	<b>A2</b>
<b>WO</b>	<b>2003/ 107 313</b>	<b>A2</b>

(54) Bezeichnung: **Steuersysteme für Aktiv-Matrix-Anzeige-Treiber**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Verminderung der Leistungsaufnahme einer Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige (302), wobei das Verfahren umfasst: Steuern einer Versorgungsspannung für die Anzeige (302); und Überwachen eines Versorgungsstroms für die Anzeige (302); und bei dem das Steuern ferner das stufenweise Vermindern der Versorgungsspannung so lange umfasst, bis der Versorgungsstrom um mehr als einen Schwellwert abnimmt, bei dem die Aktiv-Matrix-Anzeige (302) eine Mehrzahl von Bildpunkten (320) umfasst, die jeweils einen Treibertransistor haben; und bei dem das Überwachen und Steuern zumindest das periodische Überwachen des Versorgungsstroms und Steuern der Versorgungsspannung umfasst, um die Aktiv-Matrix-Anzeige (302) in einem Arbeitsbereich zu halten, in dem der Treibertransistor mit der höchsten Ansteuerung gerade eben innerhalb der Sättigung ist.



## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft Verfahren, Vorrichtungen und Computerprogrammcode zur Ansteuerung einer Aktiv-Matrix-Anzeige, insbesondere einer Anzeige mit organischen Leuchtdioden (OLED), mit verminderter Leistungsaufnahme.

**[0002]** Anzeigen die unter Verwendung von OLEDs hergestellt werden, stellen eine Reihe von Vorteilen gegenüber LCD- und anderen Flachbildschirmtechnologien bereit. Sie sind hell, farbreich, schalten (im Vergleich zu LCDs) schnell, stellen einen weiten Blickwinkel bereit und sind einfach und günstig auf einer Vielzahl von Substraten herzustellen. Organische (was hier auch organometallisch einschließt) LEDs können unter Verwendung von Materialien, einschließlich Polymeren, kleinen Molekülen und Dendrimeren, in einem Farbumfang hergestellt werden, der von den eingesetzten Materialien abhängt. Beispiele für auf Polymeren basierende, organische LEDs sind in WO 90/13148, WO 95/06400 und WO 99/48160 beschrieben; Beispiele für auf Dendrimeren basierende Materialien sind in WO 99/21935 und WO 02/067343 beschrieben; und Beispiele für so genannte auf kleinen Molekülen basierende Vorrichtungen ("small molecule based devices") sind in der U.S.-Patentschrift 4 539 507 beschrieben.

**[0003]** Eine typische OLED-Vorrichtung umfasst zwei Schichten organischen Materials, von denen eine eine Schicht aus lichtemittierendem Material wie ein lichtemittierendes Polymer (LEP), Oligomer oder ein lichtemittierendes Material mit niedrigem Molekulargewicht ist, und die andere eine Schicht aus einem Lochtransportierenden Material wie ein Polythiopen-Derivat oder ein Polyanilin-Derivat ist.

**[0004]** Organische LEDs können auf einem Substrat in einer Matrix von Bildpunkten abgeschieden werden, um eine ein- oder mehrfarbige pixelierte Anzeige zu bilden. Eine mehrfarbige Anzeige kann unter Verwendung von Gruppen aus rot, grün und blau emittierenden Bildpunkten hergestellt werden. So genannte Aktiv-Matrix-(AM-)Anzeigen haben ein jedem Bildpunkt zugeordnetes Speicherelement, typischerweise einen Speicherkondensator und einen Transistor, während Passiv-Matrix-Anzeigen kein derartiges Speicherelement haben, sondern stattdessen wiederholt abgetastet werden, um den Eindruck eines stabilen Bildes zu vermitteln. Beispiele für Polymer- und Kleinmolekül-Aktiv-Matrix-Anzeige-Treiber findet man in WO 99/42983 bzw. EP 0 717 446A.

**[0005]** Fig. 1a zeigt ein derartiges Beispiel eines OLED-Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Schaltkreises **150**. Es wird ein Schaltkreis **150** für jeden Bildpunkt der Anzeige bereitgestellt, und es werden Masse **152**,  $V_{SS}$  **154** und Sammelschienen für Zeilenauswahl **124** und für Spaltendaten **126** bereitgestellt, die die Bildpunk-

te miteinander verbinden. Somit hat jeder Bildpunkt eine Verbindung mit Spannung und mit Masse, und jede Bildpunktzeile hat eine gemeinsame Zeilenauswahlleitung **124**, und jede Bildpunktspalte hat eine gemeinsame Datenleitung **126**.

**[0006]** Jeder Bildpunkt hat eine organische LED **152**, die zwischen der Masseleitung **152** und der Spannungsleitung **154** in Reihe mit einem Treibertransistor **158** geschaltet ist. Ein Gate-Anschluss **159** des Treibertransistors **158** ist mit einem Speicherkondensator **120** gekoppelt, und ein Steuertransistor **122** koppelt das Gate **159** unter Steuerung der Zeilenauswahlleitung **124** mit der Spaltendatenleitung **126**. Der Transistor **122** ist ein Dünnschicht-Feldeffekttransistor-(FET)Schalter, der die Spaltendatenleitung **126** mit dem Gate **159** und dem Kondensator **120** verbindet, wenn die Zeilenauswahlleitung **124** aktiviert ist. Somit kann eine Spannung auf der Spaltendatenleitung **126** in einem Kondensator **120** gespeichert werden, wenn der Schalter **122** eingeschaltet ist. Diese Spannung wird auf Grund der relativ hohen Impedanzen der Verbindung mit dem Gate des Treibertransistors **158** und des Schalttransistors **122** in "gesperrtem" Zustand zumindest für die Bildinhaltsaktualisierungsperiode in dem Kondensator gespeichert.

**[0007]** Der Treibertransistor **158** ist typischerweise ein FET-Transistor und leitet einen (Drain-Source-) Strom, der von der Gate-Spannung des Transistors minus einer Schwellspannung abhängt. Somit steuert die Spannung an dem Gate-Knoten **159** den Strom durch die OLED **152** und folglich die Helligkeit der OLED.

**[0008]** Der spannungsgesteuerte Schaltkreis gemäß Fig. 1 leidet unter einer Reihe von Nachteilen, und einige Arten, sich diesen anzunehmen, sind in der WO03/038790 des Anmelders beschrieben.

**[0009]** Fig. 1b, die aus WO03/038790 stammt, zeigt ein Beispiel eines stromgesteuerten Bildpunkte-Ansteuerungsschaltkreises **160**, der sich diesen Problemen annimmt. In diesem Schaltkreis wird der Strom durch eine OLED **152** durch Festlegen eines Drain-Source-Stroms für den OLED-Treibertransistor **158** unter Verwendung einer Referenzstromsenke **162** und Speicherung der für diesen Drain-Source-Strom benötigten Gate-Spannung des Treibertransistors festgelegt. Somit wird die Helligkeit der OLED **152** durch den in die Referenzstromsenke **162** fließenden Strom  $I$  bestimmt, der vorzugsweise einstellbar ist und so festgelegt wird, wie für den adressierten Bildpunkt gewünscht. Außerdem ist ein weiterer Schalttransistor **164** zwischen den Treibertransistor **158** und die OLED **152** geschaltet. Allgemein wird eine Stromsenke **162** für jede Spaltendatenleitung bereitgestellt.

**[0010]** Aus diesen Beispielen ist ersichtlich, dass ein Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Schaltkreis allgemein einen in Reihe mit einem Elektrolumineszenz-Anzeige-Element geschalteten Dünnfilm-(Treiber-)Transistor (TFT) umfasst.

**[0011]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 2a** werden die Drain-Kennlinien **200** für einen FET-TFT-Treibertransistor eines Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Schaltkreises gezeigt. Es wird eine Reihe von Kurven **202, 204, 206, 208** gezeigt, die jeweils die Änderung des Drainstroms des FET mit der Drain-Source-Spannung für eine bestimmte Gate-Source-Spannung zeigt. Nach einem anfänglichen nichtlinearen Teil werden die Kurven im Wesentlichen flach, und der FET arbeitet im so genannten Sättigungsbereich. Mit ansteigender Gate-Source-Spannung nimmt der Sättigungs-Drainstrom zu; unter einer Gate-Source-Schwellschpannung  $V_T$  ist der Drain-Strom im Wesentlichen 0. Typische Werte für  $V_T$  liegen zwischen 1 V und 6 V. Allgemein ausgedrückt, dient der FET als spannungsgesteuerter Strombegrenzer.

**[0012]** **Fig. 2b** zeigt einen Treiberteil **240** eines typischen Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Schaltkreises. Ein PMOS-Treiber-FET **242** ist zwischen einer Masseleitung **248** und einer negativen Spannungsleitung  $V_{SS}$  **246** in Reihe mit einer organischen Leuchtdiode **244** geschaltet.

**[0013]** Aus dem Schaltkreis gemäß **Fig. 2b** wird ersichtlich, dass  $V_{SS}$  für einen vorgegebenen OLED-Treiberstrom umso größer ist, je höher die überschüssige (verlorene) Verlustleistung in dem Treibertransistor **242** ist. Deshalb ist es vorzuziehen,  $V_{SS}$  so weit wie möglich zu vermindern, um diese überschüssige Verlustleistung zu vermindern.

**[0014]** In einem Aktiv-Matrix-Treiber tragen viele Faktoren zur Erhöhung der Versorgungsspannung einer AM-OLED-Anzeige über die zu einer bestimmten Zeit benötigte Spannung hinaus bei. Prinzipiell müsste eine Versorgungsspannung lediglich  $\sim 0,5$  V über der zur Ansteuerung der OLED mit der höchsten Spannung ( $\sim 4$  V für Polymer,  $\sim 7$  V für Systeme mit kleinen Molekülen und phosphoreszierende Systeme) benötigten liegen. In der Praxis muss die Spannungsversorgung jedoch ausreichend sein, um den Treiber-TFT gesättigt zu halten, und genügend Reserven besitzen, um mit Erhöhungen der OLED-Schwellschpannung im Zeitverlauf zurechtzukommen, was zu Versorgungsspannungen von bis zu 14 V bei Systemen mit kleinen Molekülen führen kann. Diese zusätzliche Spannung fällt komplett über dem Treiber-TFT ab, wodurch die Leistungsaufnahme erhöht (in dem gegebenen Beispiel verdoppelt) wird und der TFT sowohl durch höheren Feldabfall und höhere Erwärmung belastet wird. In WO 03/107 313 A2, sowie GB 2 389 951 A und US 2004/0 263 444 A1, wurden

bereits einige Techniken beschrieben, die sich diesen Schwierigkeiten annehmen.

**[0015]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird somit ein Verfahren zur Verminderung der Leistungsaufnahme einer Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige bereitgestellt, wobei das Verfahren umfasst: Steuern einer Versorgungsspannung für die Anzeige; und Überwachen eines Versorgungsstroms für die Anzeige; und bei dem das Steuern ferner das stufenweise Vermindern der Versorgungsspannung so lange umfasst, bis der Versorgungsstrom um mehr als einen Schwellwert abnimmt.

**[0016]** In Ausführungsformen stellt dieses Verfahren einen verbesserten Wirkungsgrad der Anzeige und eine verminderte Belastung des Treiber-Dünnschicht-Transistors bereit. Dies hilft ebenfalls bei der Verminderung der Schwellschpannungsdrift im Zeitverlauf. Somit stellen Ausführungsformen des Verfahrens, allgemein ausgedrückt, eine verminderte Leistungsaufnahme und/oder erhöhte Lebensdauer der Anzeige bereit.

**[0017]** Der Stromschwellwert kann ein absoluter Stromschwellwert oder ein relativer Schwellwert wie ein Prozentsatz (zum Beispiel 90 Prozent) eines Sättigungsstroms sein, der zum Beispiel als Stromwert bestimmt wird, der bei kleinen Änderungen der Versorgungsspannung im Wesentlichen konstant ist. Alternativ kann der Schwellwert in Bezug auf eine Verminderungsrate des Versorgungsstroms festgelegt werden – d. h. zum Beispiel eine prozentuale Änderung des Versorgungsstroms mit einer schrittweisen Verminderung der Versorgungsspannung. In einer weiteren Alternative kann eine Ansprechcharakteristik eines Aktiv-Matrix-Bildpunkts (Treibertransistor und Elektrolumineszenz-Anzeige-Element) zum Beispiel in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert sein, und der Schwellwert kann durch eine Position auf einer derartigen Kennlinie bestimmt werden, die wiederum durch den überwachten Versorgungsstrom bestimmt werden kann.

**[0018]** Vorzugsweise wird die Aktiv-Matrix-Anzeige durch das Überwachen und Steuern in einem Arbeitsbereich gehalten, in dem sich ein am höchsten angesteuerter Treibertransistor (d. h. ein Treibertransistor mit einer maximalen Ansteuerung) gerade innerhalb der Sättigung befindet. Vorzugsweise wird das Überwachen und Steuern im Wesentlichen ununterbrochen durchgeführt, zum Beispiel in einem durch ein Computerprogramm gesteuerten Regelkreis.

**[0019]** Wenn die Aktiv-Matrix-Anzeige eine mehrfarbige Anzeige mit zumindest zwei und vorzugsweise drei Unterbildpunkten mit verschiedenen Farben ist, kann jedem der Unterbildpunkte eine unterschiedliche entsprechende Energieversorgungsleitung bereitgestellt werden, so dass die Energieversorgungen

für die verschiedenen Unterbildpunkte im Wesentlichen unabhängig gesteuert werden können. Dies ist vorteilhaft, da verschiedenfarbige Unterbildpunkte allgemein unterschiedliche Schwellspannungen haben, und durch Ansteuerung dieser aus separaten Energieversorgungsleitungen kann für jeden eine separate Optimierung erreicht werden. Zusätzlich oder alternativ können verschiedenen, räumlich getrennten Bereichen der Anzeige ihre eigenen entsprechenden Energieversorgungsleitungen für eine separate entsprechende Energieversorgungssteuerung analog wie oben bereitgestellt werden. Dies kann vorteilhaft sein, wenn zum Beispiel verschiedene Bereiche der Anzeige im Wesentlichen verschiedenen Aufgaben zugeordnet sind.

**[0020]** In Ausführungsformen steuert das Verfahren ebenfalls einen Ansteuerungspegel für einen oder mehrere Bildpunkte der Anzeige. Dies ermöglicht eine weitere Verminderung der Versorgungsspannung, vorausgesetzt der Treiberpegel eines oder mehrerer Bildpunkte, die andernfalls außerhalb der Sättigung gebracht werden könnten, wird zur Kompensation erhöht.

**[0021]** In einem verwandten Aspekt stellt die Erfindung eine Steuereinheit für einen Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige-Treiber bereit, wobei die Anzeige eine Mehrzahl von Bildpunkten hat, die jeweils ein Elektrolumineszenz-Anzeige-Element und einen zugeordneten Treibertransistor haben, wobei die Anzeige eine Energieversorgungsleitung zur Bereitstellung von Energie für die Treibertransistoren der Bildpunkte hat; wobei der Treiber einen Bildpunktadressentreiber zur Ansteuerung der Anzeigebildpunkte mit anzuzeigenden Daten, eine steuerbare Spannungsversorgung zur Bereitstellung einer Energieversorgung für die Energieversorgungsleitung, und einen Strommessfühler zur Messung eines Stroms in der Energieversorgungsleitung umfasst; wobei die Steuereinheit umfasst: einen Strommesseingang für den Strommessfühler; einen Spannungssteuerausgang für die steuerbare Energieversorgung; und einen Spannungssteller zur Bereitstellung eines Spannungssteuersignals für den Spannungssteuerausgang als Reaktion auf ein Strommesssignal von dem Strommesseingang.

**[0022]** Vorzugsweise ist der Spannungssteller so konfiguriert, dass er das Energieversorgungssteuersignal so einstellt, dass es den gemessenen Strom stufenweise auf einen Schwellwert vermindert, und dann das Steuersignal so einstellt, dass der in dem Bereich dieses Schwellwerts gemessene Strom beibehalten wird. Allgemein wird die Versorgungsspannung in Bezug auf eine Masseleitung der Aktiv-Matrix-Anzeige bestimmt, obwohl sie prinzipiell auch in Bezug auf eine andere Energieversorgungsleitung bestimmt werden kann. Optional kann der Treiber einen Spannungsmessfühler zum Messen der Ver-

sorgungsspannung und zum Bereitstellen eines Eingangssignals für die Steuereinheit umfassen, das zum Beispiel zur Erleichterung der Bestimmung eines Arbeitspunkts der Anzeige verwendet werden kann. In diesem Fall kann der Steuerausgang auch auf die gemessene Versorgungsspannung reagieren.

**[0023]** Wie oben erwähnt, kann die Anzeige eine Mehrzahl von Energieversorgungsleitungen aufweisen, die unterschiedliche Teile der Anzeige wie verschiedene Unterbildpunkte oder verschiedene, räumlich getrennte Bereiche der Anzeige ansteuern, in welchem Fall die Versorgungsspannung für jede einzelne Energieversorgungsleitung durch die Steuereinheit (bzw. separate Steuereinheiten) gesteuert werden kann. Optional können die Bildpunkteansteuerdaten, wie oben erwähnt, auch in Abstimmung mit dem Spannungssteuersignal eingestellt werden, insbesondere zur Kompensierung (der am stärksten bzw. höchsten angesteuerten Treibertransistoren) einer Verminderung der Versorgungsspannung.

**[0024]** Die Erfindung stellt ferner einen Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige-Treiber bereit, der die oben beschriebene Steuereinheit gemeinsam mit dem oben beschriebener Bildpunktadressentreiber, einer Energieversorgung mit steuerbarer Spannung und einem Stromfühler umfasst.

**[0025]** In allen oben aufgeführten Aspekten der Erfindung umfasst die Elektrolumineszenz-Anzeigevorrichtung vorzugsweise eine auf organischen Leuchtdioden basierende Anzeige wie eine auf kleinen Molekülen, auf Polymer und/oder auf Dendrimer basierende Anzeige.

**[0026]** In einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung eine wie in Anspruch 18 beanspruchte Aktiv-Matrix-OLED-Anzeige bereit, bei welcher der jeweilige Bildpunkt zumindest einen ersten und einen zweiten Unterbildpunkt mit verschiedenen Farben umfasst, und bei der die beiden Teile den ersten bzw. zweiten Unterbildpunkt umfassen.

**[0027]** Die Erfindung stellt ferner ein Trägermedium bereit, das Prozessorsteuercode zur Implementierung der oben beschriebenen Verfahren und Anzeigetreiber trägt. Dieser Code kann herkömmlichen Programmcode umfassen, wie zum Beispiel Quell-, Objekt- oder Maschinencode in einer herkömmlichen Programmiersprache (interpretiert oder kompiliert) wie C, oder Assemblerbefehle, Code zum Aufbau oder zur Steuerung einer ASIC (anwendungsspezifischen integrierten Schaltung) oder eines FPGA (frei programmierbaren Verknüpfungsfeldes) oder Code für eine Hardware-Beschreibungssprache wie Verilog (Warenzeichen) oder VHDL (Beschreibungssprache für den digitalen Schaltungsentwurf, engl. "very high speed integrated circuit hardware description language"). Ein derartiger Code kann zwischen ei-

ner Mehrzahl von gekoppelten Bauelementen verteilt werden. Des Trägermedium kann jedes beliebige herkömmliche Speichermedium wie eine Speicherplatte oder programmierten Speicher (zum Beispiel Firmware wie Flash-RAM oder -ROM) oder einen Datenträger wie einen optischen oder elektrischen Signalträger umfassen.

**[0028]** Diese und andere Ausgestaltungen der Erfindung werden nun näher, lediglich beispielhaft, unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

**[0029]** Fig. 1 ein Beispiel eines Aktiv-Matrix-OLED-Bildpunkte-Schaltkreises;

**[0030]** Fig. 2a und Fig. 2b Drain-Kennlinien für einen TFT-Treibertransistor eines Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Schaltkreises bzw. einen Treiber einer verallgemeinerten Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Schaltkreises;

**[0031]** Fig. 3 einen Aktiv-Matrix-Anzeige-Treiber gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

**[0032]** Fig. 4 ein Ablaufdiagramm eines Versorgungsspannungs-Steuervorgangs für den Treiber gemäß Fig. 3.

**[0033]** Allgemein ausgedrückt, wird eine Technik zur Verminderung der Leistungsaufnahme einer Aktiv-Matrix-OLED-Anzeige durch aktives Überwachen und Einstellen der Versorgungsspannung beschrieben. In Kurzfassung werden testweise Verminderungen der Versorgungsspannung durchgeführt, und der gezogene Strom wird überwacht. Die Spannung, bei welcher der Strom wesentlich abzufallen beginnt, ist der Punkt, an dem der am höchsten angesteuerte TFT gerade eben innerhalb der Sättigung ist. Wenn die Versorgungsspannung dann an diesem Punkt gehalten wird, ist keine zusätzliche Toleranz der Versorgungsspannung für die Alterung von OLEDs (und/oder Temperatureffekte) und/oder mögliche Schwankungen im TFT-Prozess bzw. der TFT-Kennlinie erforderlich. In Ausführungsformen kompensiert dies die aktive Überwachung der Versorgungsspannung automatisch im Zeitverlauf, was zu niedrigeren Belastungen der TFTs und einer verminderten Leistungsaufnahme führt.

**[0034]** In einigen bevorzugten Ausführungsformen werden diese Vorteile durch Bereitstellung separater Überwachungseinheiten und Einstellungen für Energieversorgungsleitungen für rote, grüne und blaue Unterbildpunkte verstärkt. Dies ist dadurch begründet, dass sich die Betriebsspannungen jeder Farbe erheblich unterscheiden können – zum Beispiel kann ein roter Unterbildpunkt eine Treiberspannung von 3,6 V benötigen, während ein grüner Unterbildpunkt 4,2 V und ein blauer Unterbildpunkt 5,15 V benöti-

gen, in welchem Fall eine Versorgungsspannung von mindestens 6,15 V (mit einer Toleranz von 1 V Reserve für die Normgerechtigkeit ("compliance") des Treibertransistors und andere Verluste) benötigt werden könnte, wenn lediglich eine einzelne Energieversorgungsleitung verwendet würde. Alternativ können zwei an Stelle von drei Unterbildpunkt-Energieversorgungsleitungen bereitgestellt werden, wenn zwei der Unterbildpunktfarben eine ähnliche IV-Kennlinie haben (zum Beispiel der rote und der grüne Unterbildpunkt) und sich lediglich einer unterscheidet (zum Beispiel der blaue Unterbildpunkt). Dies kann die Führung der Elektrodenleitungen auf dem Anzeigeglas (Substrat) manchmal erheblich vereinfachen.

**[0035]** Zusätzlich oder alternativ können Unterbereiche der Anzeige in Anwendungen, in denen Spitzenlumineszenzen und somit Spitzentreiberpegel erheblich (und systematisch) zwischen unterschiedlichen Bereichen der Anzeige schwanken können, separat mit Spannung versorgt und überwacht werden, wodurch weitere Einsparungen erreicht werden können.

**[0036]** Zusätzlich zu obigen Techniken kann es ebenso möglich sein, die Versorgungsspannung weiter abfallen zu lassen und die niedrigeren OLED-Treiberströme an einigen der Treibertransistoren durch Erhöhung der entsprechenden Gate-Spannungen als Reaktion darauf zu kompensieren. Vorzugsweise wird dies mit Kenntnis der (durchschnittlichen) elektrischen Eigenschaften der Treibertransistoren durchgeführt, so dass diese Information (eigentlich ein Graph) zur Bestimmung einer Erhöhung der Gate-Spannung verwendet werden kann, die zur Kompensation einer bestimmten Verminderung der Versorgungsspannung benötigt wird. Derartige Kennlinien können zum Beispiel in einem nichtflüchtigen Speicher in dem Treiber gespeichert werden.

**[0037]** Fig. 3 zeigt ein Schaubild **300** eines Anzeigetreibers für eine Aktiv-Matrix-Anzeige **302**, die so konfiguriert ist, dass sie  $V_{SS}$  in Übereinstimmung mit der verfügbaren Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Treiber-Spannung steuert, um den Leistungswirkungsgrad der Anzeige/Treiberkonfiguration zu erhöhen.

**[0038]** In Fig. 3 hat die Aktiv-Matrix-Anzeige **302** eine Mehrzahl von Zeilenelektroden **304a–e** und eine Mehrzahl von Spaltenelektroden **308a–e**, die jeweils mit entsprechenden internen Zeilen- und Spaltenleitungen **306, 310** verbunden sind, von denen der Übersichtlichkeit halber lediglich zwei gezeigt sind. Ebenso werden ein Energieanschluss ( $V_{SS}$ ) **312** und ein Masseanschluss **313** bereitgestellt, die wiederum mit entsprechenden internen Leiterbahnen **314** und **316** verbunden sind, um den Bildpunkten der Anzeige Energie bereitzustellen. Der Übersichtlichkeit halber ist ein Einzelbildpunkt **320** dargestellt, der, wie gezeigt, mit  $V_{SS}$ , Masse und den Zeilen- und Spaltenleitungen **314, 316, 306** und **310** verbunden ist.

Man wird verstehen, dass in der Praxis eine Mehrzahl derartiger Bildpunkte bereitgestellt wird, die allgemein, wenn auch nicht unbedingt, in einem rechteckigen Raster angeordnet sind und durch die Zeilen- und Spaltenelektroden **304**, **308** adressiert werden. Der Aktiv-Matrix-Bildpunkt **320** kann jeden beliebigen herkömmlichen Aktiv-Matrix-Bildpunkte-Ansteuerungsschaltkreis umfassen.

**[0039]** Im Betrieb wird jede Zeile der Aktiv-Matrix-Anzeige **302** durch eine entsprechende Ansteuerung von Zeilenelektroden **304** abwechselnd ausgewählt, und die Helligkeit jedes Pixels in einer Zeile wird durch vorzugsweise gleichzeitige Ansteuerung der Spaltenelektroden **303** mit Helligkeitsdaten festgelegt. Diese Helligkeitsdaten können, wie oben beschrieben, entweder einen Strom oder eine Spannung umfassen. Sobald die Helligkeiten der Bildpunkte in einer Zeile festgelegt wurden, können die nächste Zeile ausgewählt und der Vorgang wiederholt werden, wobei die Aktiv-Matrix-Bildpunkte ein Speicher-element, allgemein einen Kondensator, umfassen, um die Zeile beleuchtet zu lassen, selbst wenn sie nicht ausgewählt ist. Sobald Daten in die gesamte Anzeige geschrieben wurden, muss die Anzeige lediglich mit Änderungen der Helligkeit der Bildpunkte aktualisiert werden.

**[0040]** Die Energie für die Anzeige wird durch eine Batterie **324** und eine Energieversorgungseinheit **322** zur Bereitstellung eines geregelten  $V_{SS}$ -Ausgangs **328** bereitgestellt. Die Energieversorgung **322** hat einen Spannungssteuereingang **326** zur Steuerung der Spannung an dem Ausgang **323**. Vorzugsweise ist die Energieversorgung **322** eine getaktete Energieversorgung mit schneller Steuerung der Ausgangsspannung **323**, typischerweise auf einer Zeitskala von Mikrosekunden, wobei die Energieversorgung mit einer Schaltfrequenz von mindestens 1 MHz arbeitet. Die Verwendung einer getakteten Energieversorgung erleichtert ebenso die Verwendung einer niedrigen Batteriespannung, die auf den benötigten  $V_{SS}$ -Pegel hochtransformiert werden kann und somit hilfreich für die Kompatibilität beispielsweise mit Niederspannungs-Unterhaltungselektronikgeräten ist.

**[0041]** Die Zeilenauswahlelektroden **304** werden durch Zeilenauswahltriebter **330** in Übereinstimmung mit einem Steuereingang **332** angesteuert. Gleichermaßen werden die Spaltenelektroden **303** durch Spaltendatentreiber **334** als Reaktion auf einen Dateneingang **336** angesteuert. In der dargestellten Ausführungsform wird jede Spaltenelektrode durch einen einstellbaren Konstantstromgenerator **340** angesteuert, der wiederum durch einen mit dem Eingang **336** gekoppelten Digital-Analog-Wandler **333** gesteuert wird. Der Übersichtlichkeit halber ist lediglich ein derartiger Konstantstromgenerator gezeigt.

**[0042]** Der Konstantstromgenerator **340** hat einen Stromausgang **344** zur Speisung oder Senkung eines im Wesentlichen konstanten Stroms. Der Konstantstromgenerator **340** ist mit einer Versorgungstreiber Spannung  $V_{drive}$  **342** verbunden, die gleich wie und verbunden mit  $V_{SS}$  oder größer (hier negativer) als  $V_{SS}$  sein kann, um eine stärkere Ansteuerung des Aktiv-Matrix-Bildpunkts **320** als durch  $V_{SS}$  zu ermöglichen. Die Spannung für  $V_{drive}$  kann zum Beispiel durch einen separaten Ausgang der Energieversorgungseinheit **322** bereitgestellt werden.

**[0043]** Die Ausführungsform des in Fig. 3 dargestellten Anzeigetreibers zeigt eine stromgesteuerte Aktiv-Matrix-Anzeige, in der ein Spaltenelektrodenstrom eine Bildpunkthelligkeit festlegt. Man wird verstehen, dass eine spannungsgesteuerte Aktiv-Matrix-Anzeige, in der die Helligkeit eines Bildpunkts durch die Spannung auf einer Spaltenleitung festgelegt wird, ebenfalls durch Verwendung von Spannungstreibern an Stelle von Stromtreibern für die Spaltendatentreiber **334** eingesetzt werden könnte.

**[0044]** Der Steuereingang **332** der Zeilenauswahltriebter **330** und der Dateneingang **336** der Spaltendatentreiber **334** werden beide durch den Anzeigetreiberlogikkreis **346** angesteuert, der in einigen Ausführungsformen einen Mikroprozessor umfassen kann. Die Anzeigetreiberlogik **346** wird durch einen Takt **343** getaktet und hat in der dargestellten Ausführungsform Zugriff auf einen Bildinhaltspeicher **350**. Die Bildpunkthelligkeit und/oder Farbdaten zur Anzeige auf der Anzeige **302** werden durch einen Datenbus **352** in die Anzeigetreiberlogik **346** und/oder in den Bildinhaltspeicher **350** geschrieben.

**[0045]** Die Anzeigetreiberlogik hat einen Messeingang **356**, der durch den Ausgang einer Strommessvorrichtung **354** angesteuert wird. Diese kann zum Beispiel einen Analog-Digital-Wandler umfassen, der so konfiguriert ist, dass er den Spannungsabfall über einem Widerstand misst. Dies wird zur Überwachung des von der Anzeige **302** von dem Ausgang **323** der Energieversorgung **322** gezogenen Stroms verwendet. In Ausführungsformen, in denen eine Mehrzahl von Energieversorgungsleitungen überwacht wird, können eine Mehrzahl von Wandlern oder ein Multiplex-Wandler eingesetzt werden. Optional (aber in Fig. 3 nicht gezeigt) kann auch die Versorgungsspannung  $V_{SS}$  überwacht werden.

**[0046]** Die Anzeigetreiberlogik **346** (die durch einen Prozessor unter Steuerung durch ein gespeichertes Programm oder in Hardware oder durch eine Kombination aus beidem implementiert sein kann) umfasst eine Strommesseinheit **353** und einen Leistungssteller **360** (in diesem Beispiel sind beide durch in nicht-flüchtigem Speicher gespeicherten Prozessorsteuercode implementiert). Der Strommesseinheit **353** wird an dem Messeingang **356** ein Stromsignal zugeführt,

und der Leistungssteller **360** gibt ein Spannungssteuersignal an den Eingang **326** der Energieversorgungseinheit **322** aus, um die Versorgungsspannung  $V_{SS}$  als Reaktion auf die gemessene Eingangsspannung zu steuern. Der Betrieb des Leistungsstellers wird nachfolgend ausführlicher unter Bezugnahme auf **Fig. 4** beschrieben.

**[0047]** **Fig. 4** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Vorgangs, der durch den Leistungssteller **360** in Ausführungsformen eines Anzeigetreibers zur Ansteuerung einer Aktiv-Matrix-Anzeige implementiert werden kann. Der allgemeine Vorgang ist sowohl für strom- als auch für spannungsprogrammierte Aktiv-Matrix-Anzeigen geeignet.

**[0048]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** wird dem Anzeigesteuergerät **346** bei Schritt S400 ein Strommesssignal zugeführt, das es dann (Schritt S402) mit einer Steuerbedingung vergleicht. Diese Steuerbedingung umfasst eine Prüfung zur Bestimmung, ob der Strom damit begonnen hat, erheblich zu sinken, und kann deshalb in einer Ausführungsform dadurch implementiert werden, indem eine Änderung des gemessenen Stroms seit einer vorhergehenden Messung entweder absolut oder prozentual bestimmt wird und diese dann mit einem Schwellwert wie zwei Prozent, fünf Prozent, zehn Prozent verglichen wird.

**[0049]** Wenn der Vergleich mit der Steuerbedingung anzeigt, dass die Versorgungsspannung ohne erheblichen Verlust der TFT-Treibertransistorensättigung vermindert werden kann, zum Beispiel da die Änderung des Stroms weniger beträgt als ein vorbestimmter Schwellwert, wird  $V_{SS}$  bei Schritt S404 vermindert, und der Vorgang kehrt zu Schritt S400 zurück. Wenn der Vergleich mit der Steuerbedingung jedoch anzeigt, dass einer oder mehrere TFT-Treibertransistoren mit der höchsten Ansteuerung (die am nächsten an der Sättigung sein sollten) die Sättigung gerade verlassen, wird  $V_{SS}$  bei Schritt S406 erhöht, und der Vorgang kehrt wieder zu Schritt S400 zurück.

**[0050]** Der Fachmann wird verstehen, dass eine Vielfalt von Bedingungen als Steuerbedingung eingesetzt wird, die von der bestimmten Anwendung abhängen. In Ausführungsformen, in denen die Aktiv-Matrix-Anzeige zwei oder mehrere separate Energieversorgungsleitungen hat, zum Beispiel für zwei oder mehrere einzelne Unterbildpunkte der Anzeige, können wie in **Fig. 4** gezeigte, separate Regelkreise, optional mit unterschiedlichen Steuerbedingungen, für jede separate Energieversorgungsleitung eingesetzt werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Verminderung der Leistungsaufnahme einer Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige (**302**), wobei das Verfahren umfasst:

Steuern einer Versorgungsspannung für die Anzeige (**302**); und  
Überwachen eines Versorgungsstroms für die Anzeige (**302**); und bei dem das Steuern ferner das stufenweise Vermindern der Versorgungsspannung so lange umfasst, bis der Versorgungsstrom um mehr als einen Schwellwert abnimmt, bei dem die Aktiv-Matrix-Anzeige (**302**) eine Mehrzahl von Bildpunkten (**320**) umfasst, die jeweils einen Treibertransistor haben; und bei dem das Überwachen und Steuern zumindest das periodische Überwachen des Versorgungsstroms und Steuern der Versorgungsspannung umfasst, um die Aktiv-Matrix-Anzeige (**302**) in einem Arbeitsbereich zu halten, in dem der Treibertransistor mit der höchsten Ansteuerung gerade eben innerhalb der Sättigung ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Aktiv-Matrix-Anzeige (**302**) eine mehrfarbige Anzeige (**302**) ist, wobei jeder Bildpunkt (**320**) der Anzeige (**302**) zumindest einen ersten und einen zweiten Unterbildpunkt (**320**) mit verschiedenen Farben umfasst, wobei der erste und der zweite Unterbildpunkt unterschiedliche entsprechende Energieversorgungsleitungen (**314**) haben, und wobei das Verfahren das separate Steuern und Überwachen jeder Energieversorgungsleitung der Unterbildpunkte umfasst.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, bei dem die Aktiv-Matrix-Anzeige (**302**) eine Mehrzahl von räumlichen Unterbereichen hat, die jeweils eine separate entsprechende Energieversorgungsleitung haben, und wobei das Verfahren das separate Steuern und Überwachen jeder Energieversorgungsleitung für die räumlichen Unterbereiche umfasst.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend das Steuern eines Treiberpegels für einen oder mehrere Bildpunkte (**320**) der Anzeige (**302**), um die Verminderung der Versorgungsspannung zu kompensieren.

5. Träger, der den Prozessorsteuercode zur Implementierung des Verfahrens gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche trägt.

6. Aktiv-Matrix-Anzeige-Treiber (**346**), einschließlich des Trägers gemäß Anspruch 5.

7. Aktiv-Matrix-Anzeige-Treiber (**346**) zur Ansteuerung einer Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige (**302**), wobei der Treiber umfasst:

Mittel zum Steuern einer Versorgungsspannung für die Anzeige (**302**);

Mittel zum Überwachen eines Versorgungsstroms für die Anzeige (**302**); und bei dem das Mittel zum Steuern ferner ein Mittel zum stufenweisen Vermindern der Versorgungsspannung so lange umfasst, bis der

Versorgungsstrom um mehr als einen Schwellwert abnimmt.

8. Steuereinheit (360) für einen Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige-Treiber (346), wobei die Anzeige (302) eine Mehrzahl von Bildpunkten (320) hat, die jeweils ein Elektrolumineszenz-Anzeige-Element und einen zugeordneten Treibertransistor haben, wobei die Anzeige (302) eine Energieversorgungsleitung zur Bereitstellung von Energie für die Treibertransistoren der Bildpunkte (320) hat; wobei der Treiber einen Bildpunktdateitreiber zur Ansteuerung der Anzeigebildpunkte (320) mit anzuzeigenden Daten, eine steuerbare Spannungsversorgung (322) zur Bereitstellung einer Energieversorgung für die Energieversorgungsleitung, und einen Strommessfühler (354) zur Messung eines Stroms in der Energieversorgungsleitung umfasst; wobei die Steuereinheit (360) umfasst:

einen Strommesseingang für den Strommessfühler (354);

einen Spannungssteuerausgang für die steuerbare Energieversorgung; und

einen Spannungssteller zur Bereitstellung eines Spannungssteuersignals für den Spannungssteuerausgang als Reaktion auf ein Strommesssignal von dem Strommesseingang;

bei welcher der Spannungssteller so konfiguriert ist, dass er das Steuersignal so einstellt, dass es den gemessenen Strom stufenweise auf einen Schwellwert vermindert,

bei welcher der Spannungssteller ferner so konfiguriert ist, dass er das Steuersignal so einstellt, dass es den gemessenen Strom in der Nähe des Schwellwerts beibehält, und

bei welcher der Schwellwert einen Punkt umfasst, an dem der Treibertransistor mit der höchsten Ansteuerung gerade innerhalb der Sättigung ist.

9. Steuereinheit (360) gemäß Anspruch 8, bei welcher der Treiber ferner einen Spannungsmessfühler zum Messen einer Spannung auf der Energieversorgungsleitung umfasst, wobei die Steuereinheit (360) ferner einen Spannungsmesseingang für den Spannungsmessfühler umfasst; und bei welcher der Spannungssteuerausgang auf ein gemessenes Spannungssignal an dem Spannungsmesseingang reagiert.

10. Steuereinheit (360) gemäß Anspruch 8 oder 9, bei welcher die Anzeige (302) eine Mehrzahl von Energieversorgungsleitungen (314) aufweist; wobei der Treiber so konfiguriert ist, dass er der Mehrzahl von Energieversorgungsleitungen (314) eine Mehrzahl von separat steuerbaren Energieversorgungen bereitstellt und Strom in der Mehrzahl von Energieversorgungsleitungen misst; und wobei die Steuereinheit (360) so konfiguriert ist, dass sie eine Versorgungsspannung auf der Mehrzahl von Energieversor-

gungsleitungen (314) als Reaktion auf einen Strom in der entsprechenden Leitung separat steuert.

11. Steuereinheit (360) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 10, ferner so konfiguriert, dass sie die Bildpunktsteuerdaten in Abstimmung mit dem Spannungssteuersignal einstellt.

12. Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige (302), einschließlich der Steuereinheit (360) gemäß einem der Ansprüche 8 bis 11 und des Bildpunktdateitreibers, der steuerbaren Spannungsquelle (322) und des Strommessfühlers (354).

13. Verfahren, Träger, Steuereinheit (360) oder Anzeigetreiber (346) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei denen die Aktiv-Matrix-Elektrolumineszenz-Anzeige (302) eine OLED-Anzeige umfasst.

14. Verfahren, Träger, Steuereinheit (360) oder Anzeigetreiber (346) gemäß Anspruch 13, wobei die OLED-Anzeige (302) eine Mehrzahl von Bildpunkten (320) umfasst, die jeweils ein OLED-Anzeige-Element und einen zugeordneten Treibertransistor haben, und wobei die Anzeige (302) zumindest zwei Teile mit separaten Energieversorgungsleitungen (314) zur Bereitstellung von Energie für die Treibertransistoren umfasst.

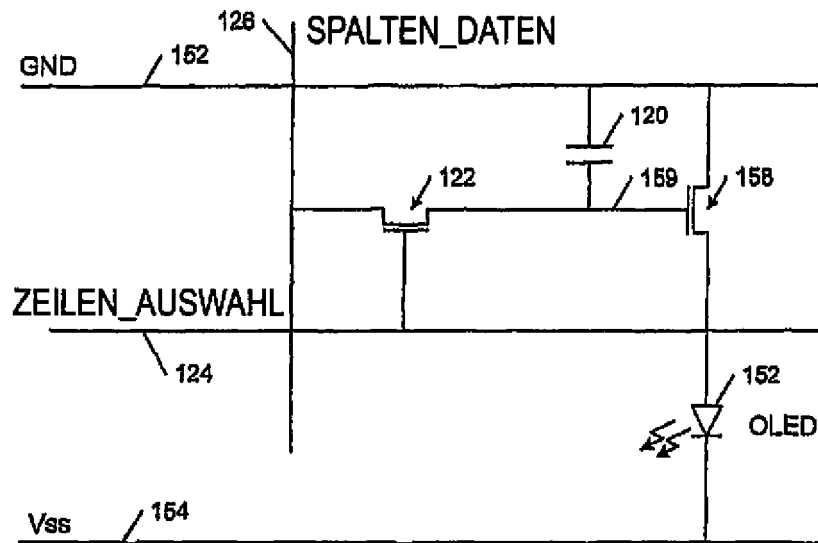
15. Verfahren, Träger, Steuereinheit (360) oder Anzeigetreiber (346), gemäß Anspruch 14, wobei bei der OLED-Anzeige (302) jeder Bildpunkt (320) zumindest einen ersten und einen zweiten Unterbildpunkt mit verschiedenen Farben umfasst, und bei der die beiden Teile den ersten bzw. zweiten Unterbildpunkt umfassen.

16. Verfahren, Träger, Steuereinheit (360) oder Anzeigetreiber (346) gemäß Anspruch 14 oder 15, wobei bei der OLED-Anzeige (302) die Teile eine Mehrzahl von räumlich getrennten Unterbereichen der Anzeige (302) umfassen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

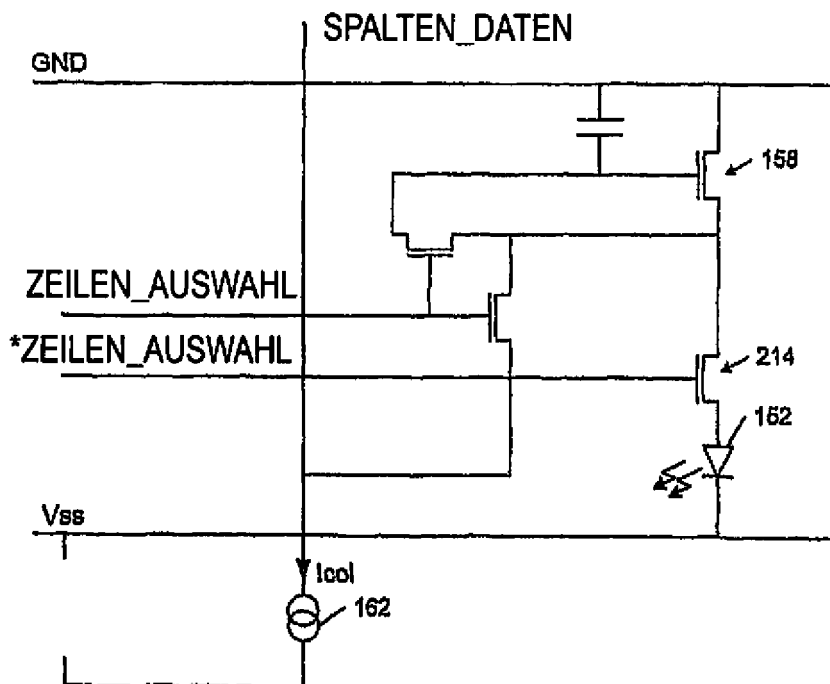


Anhängende Zeichnungen



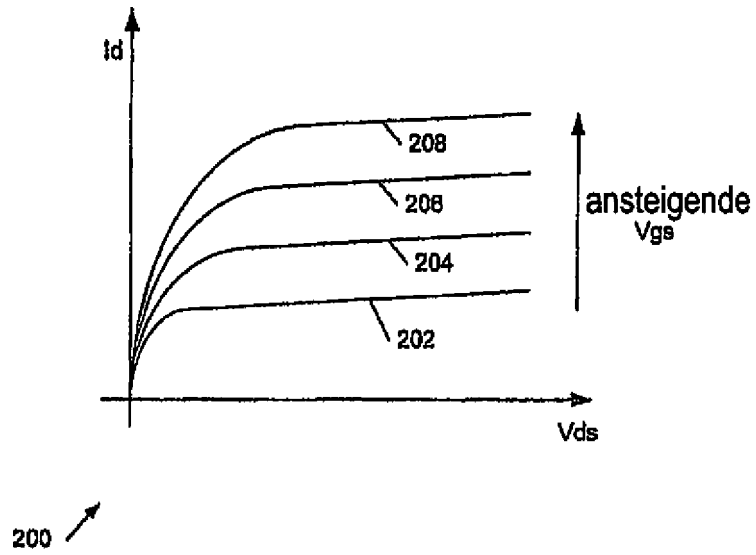
Figur 1a  
(Stand der Technik)

150 ↗

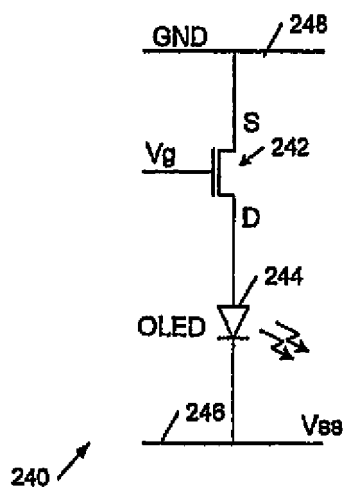


Figur 1b  
(Stand der Technik)

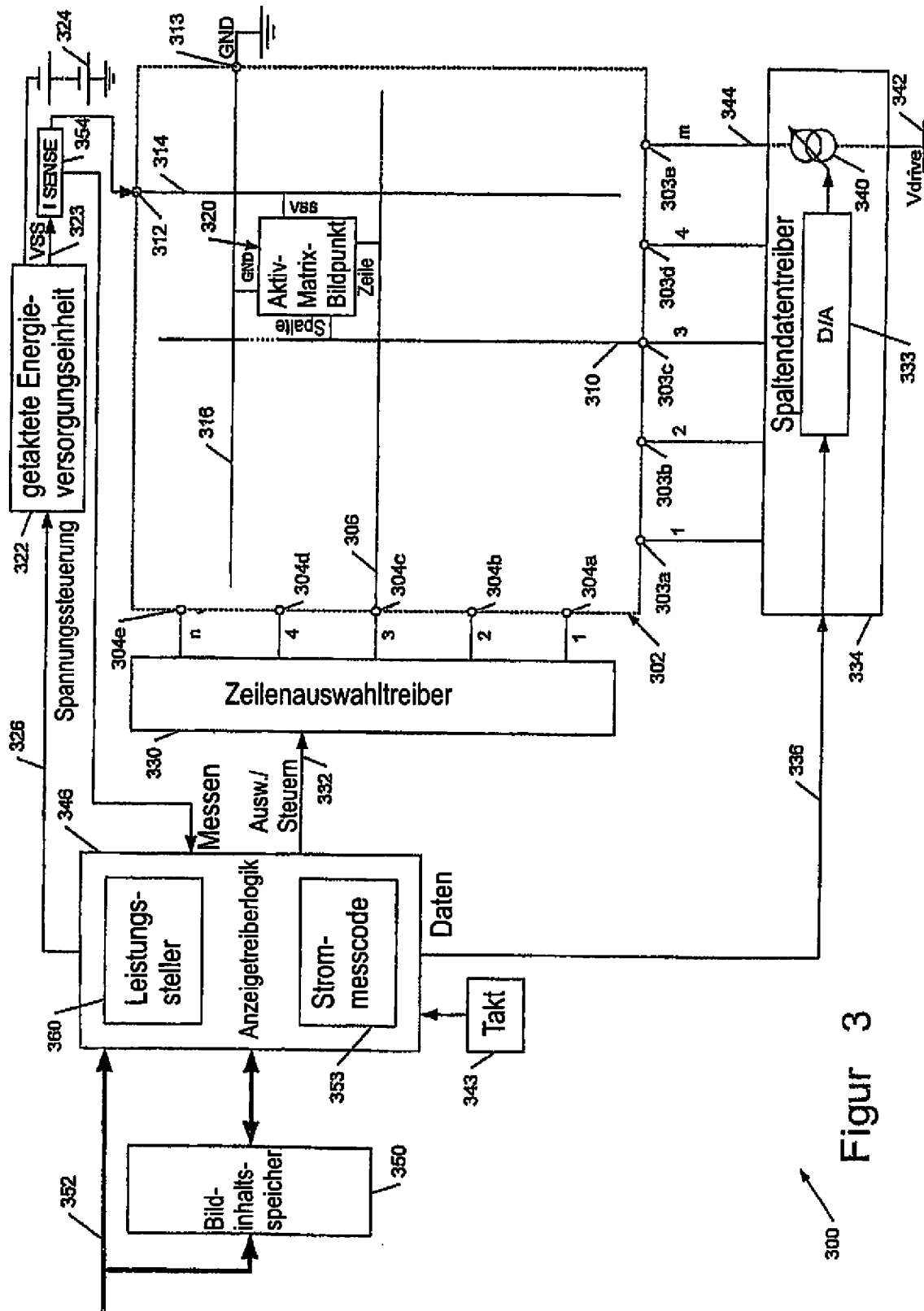
↖ 160



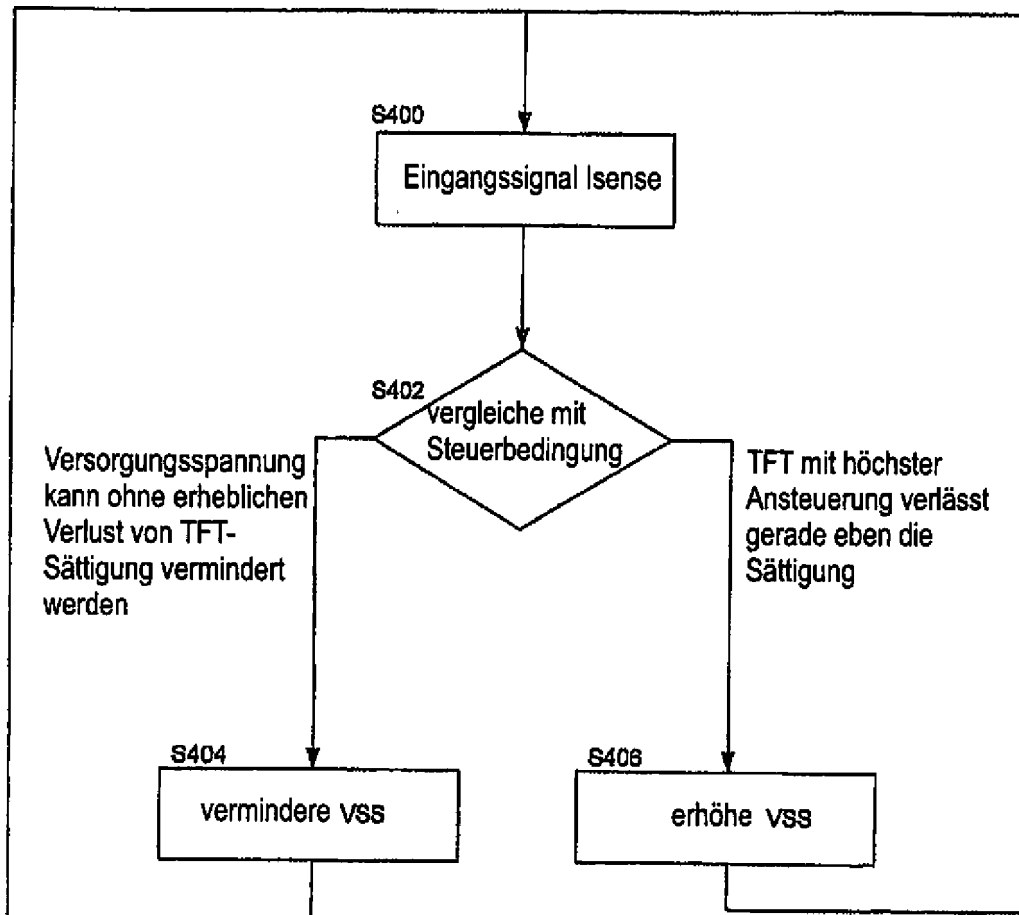
Figur 2a



Figur 2b



Figur 3



Figur 4