



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 201 265.5**

(22) Anmeldetag: **31.01.2019**

(43) Offenlegungstag: **01.08.2019**

(51) Int Cl.: **G09G 3/30 (2006.01)**

**G09G 3/3208 (2016.01)**

(30) Unionspriorität:  
**62/624,379**                      **31.01.2018**    **US**

(71) Anmelder:  
**Ignis Innovation Inc., Waterloo, Ontario, CA**

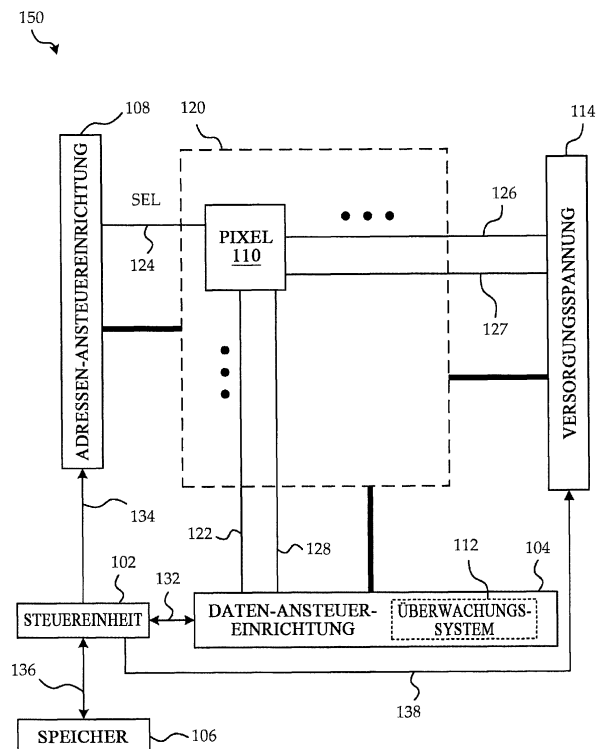
(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG  
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Leerentveld, Ray, Palgrave, Ontario, CA; Hills,  
Daniel, Waterloo, Ontario, CA; Musa, Samer,  
Burlington, Ontario, CA**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **ANZEIGETAFEL-KOMPENSATIONSVERFAHREN**

(57) Zusammenfassung: Offenbart sind Verfahren zur Ungleichförmigkeitskompensation für eine Aktivmatrix-Leuchtdiodenvorrichtung (AMOLED) und andere emittierende Anzeigevorrichtungen. Für jedes Pixel werden Graustufenpegelversätze für eine Anzahl vorbestimmter Graustufen-Ansteuerpegel bestimmt, die ein gleichförmiges flaches Feld erzeugen, und verwendet, um eine Korrekturfunktion für das Pixel zu erzeugen.



**Beschreibung**

## GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung betrifft die Kompensation einer visuellen Lichtemissionsanzeigetechnik und insbesondere Verfahren zur Verbesserung der Gleichförmigkeit der Anzeige durch Messen und Kompensieren einzelner Pixelluminanzen für organische Leuchtdiodenvorrichtungen mit Aktivmatrix (AMOLED) und andere emittierende Anzeigen.

## KURZE ÜBERSICHT

**[0002]** Gemäß einem ersten Aspekt wird ein Verfahren zum Kompensieren von Nicht-Gleichförmigkeit einer emittierenden Anzeigetafel mit Pixeln angegeben, wobei jedes Pixel eine lichtemittierende Vorrichtung aufweist, wobei das Verfahren umfasst: Auswählen einer Vielzahl von Graustufen-Ansteuerpegeln, die einen signifikanten Abschnitt eines nutzbaren Graustufen-Ansteuerpegelbereichs für die Anzeigetafel darstellen; für jedes Pixel, Messen des Pixels bei jedem vorbestimmtem Graustufen-Ansteuerpegel; für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel, Bestimmen eines Versatzwertes aus dem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel für das Pixel, der unter Verwendung der Messungen ein gleichförmiges flaches Feld erzeugt; Bestimmen einer Gleichförmigkeitskorrekturfunktion unter Verwendung der bestimmten Versatzwerte; und Korrigieren eines Eingabeansteuerpegels für das Pixel unter Verwendung der Gleichförmigkeitskorrekturfunktion, um die Ungleichförmigkeit zu kompensieren.

**[0003]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Messen des Pixels das Ausführen optischer Messungen der Leuchtkraft unter Verwendung eines externen optischen Messsystems und/oder einer integrierten optischen Messvorrichtung. In einigen Ausführungsformen umfasst das gleichförmige flache Feld, das mit dem bestimmten Versatzwert für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird, eine gleichförmige Leuchtkraft, die von jedem der Pixel der emittierenden Anzeigetafel erzeugt wird.

**[0004]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Messen des Pixels das Vornehmen elektrischer Messungen des Ausgangsstroms des Pixels unter Verwendung eines Überwachungssystems der emittierenden Anzeigetafel. In einigen Ausführungsformen umfasst das gleichförmige flache Feld, das mit dem bestimmten Versatzwert für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird, einen gleichförmigen Strom, der von jedem der Pixel der emittierenden Anzeigetafel ausgegeben wird.

**[0005]** In einigen Ausführungsformen umfasst das Bestimmen des Versatzwertes unter Verwendung der Messungen das Bestimmen des Versatzwertes

unter Verwendung von zuvor ausgeführten Messungen. In einigen Ausführungsformen umfasst das Bestimmen des Versatzwertes unter Verwendung der Messungen das iterative Anpassen eines Anfangsversatzwertes von dem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel und wiederholtes Messen des Pixels bis zum Erreichen des Versatzwertes, der das gleichförmige flache Feld erzeugt.

**[0006]** Einige Ausführungsformen sehen ferner vor, jeden Versatzwert für jedes Pixel für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel in einem Speicher der emittierenden Anzeigetafel zu speichern.

**[0007]** In einigen Ausführungsformen ist die Anzahl der ausgewählten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel gleich zwei, wobei die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion ist, die aus den Versatzwerten für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird. In einigen Ausführungsformen ist die lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine Funktion des Eingangs-Ansteuerpegels und der Versatzwerte für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel.

**[0008]** In einigen Ausführungsformen ist die Anzahl der ausgewählten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $N$  größer als zwei, wobei die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine stückweise lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion ist, die aus den Versatzwerten für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird. In einigen Ausführungsformen ist die stückweise lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine Funktion des Eingangs-Ansteuerpegels und der Versatzwerte für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel.

**[0009]** In einigen Ausführungsformen ist die Anzahl der ausgewählten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $N$  größer als zwei, wobei die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine Kurvenanpassungs-Polynom-Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion der Ordnung  $N-1$  oder niedriger ist, die aus den Versatzwerten für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird. In einigen Ausführungsformen ist die Polynomgleichförmigkeits-Korrekturfunktion der Ordnung  $N-1$  oder niedriger eine Funktion des Eingangs-Ansteuerpegels und der Versatzwerte für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel.

**[0010]** In einigen Ausführungsformen umfasst jede lichtemittierende Vorrichtung organische Lichtemittierendevorrichtungen (OLED).

**[0011]** Die vorstehenden und zusätzlichen Aspekte und Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden für den herkömmlichen Fachmann angesichts der ausführlichen Beschreibung verschiede-

ner Ausführungsformen und/oder Aspekte deutlich, die unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erfolgt, wovon als nächstes eine kurze Beschreibung erfolgt.

#### Figurenliste

**[0012]** Die vorstehenden und andere Vorteile der Offenbarung werden beim Lesen der folgenden detaillierten Beschreibung und unter Bezugnahme auf die Zeichnungen deutlich.

**Fig. 1** veranschaulicht ein beispielhaftes Anzeigesystem, das beteiligt ist und dessen Gleichförmigkeit durch die offenbarten Verfahren verbessert werden soll.

**Fig. 2** zeigt eine typische Antwortkurve eines Pixels.

**Fig. 3** ist ein Funktionsblockdiagramm auf hoher Ebene der Pixelversatz-Gleichförmigkeitskorrektur.

**Fig. 4** veranschaulicht eine lineare Gleichförmigkeitskompensation unter Verwendung einer Korrekturfunktion gemäß der Pixelversatz-Ausführungsform von **Fig. 3**.

**[0013]** Wenngleich die vorliegende Offenbarung verschiedenen Modifikationen und alternativen Formen zulässt, sind spezifische Ausführungsformen oder Anwendungen beispielhaft in den Zeichnungen dargestellt und werden hier im Detail beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass die Offenbarung nicht auf die speziellen offenbarten Formen beschränkt sein soll. Vielmehr soll die Offenbarung sämtliche Modifikationen, Äquivalente und Alternativen abdecken, die in den Umfang der Erfindung fallen, wie er in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

**[0014]** Viele moderne Anzeigetechniken leiden ab dem Zeitpunkt der Herstellung unter Defekten, Variationen und Ungleichförmigkeiten und können im Laufe der Betriebslebensdauer der Anzeige weiter an Alterung und Verschlechterung leiden, was zur Erzeugung von Bildern führt, die von jenen abweichen, die beabsichtigt sind. Optische Korrektursysteme und -verfahren können entweder während der Herstellung oder nach Einführung der Verwendung einer Anzeige verwendet werden, um Pixel (und Subpixel) über die Anzeige hinweg zu messen und zu korrigieren. Um visuelle Defekte der Anzeige zu korrigieren, wird das eingehende Videosignal absichtlich mit Kompensationsdaten oder Korrekturdaten so modifiziert, dass es diese Defekte ausgleicht. Um die Korrekturdaten zu bestimmen, wird in einigen Ansätzen zuerst die Luminanz jedes einzelnen Tafelpixels für eine Anzahl von Graustufen-Luminanzwerten gemessen, und anschließend werden Korrekturwerte basierend auf dem Erzeugen einer gewünschten Lu-

minanz für jedes Pixel bestimmt. Andere Ansätze verwenden eine Kombination aus einer oder mehreren elektrischen Messungen, Luminanzmessungen und bekannten Pixelcharakteristika zusammen mit geeigneten Algorithmen, um Korrekturwerte vorherzusagen, die gewünschte Luminanzen erzeugen. Einer der größten visuellen Defekte von Anzeigetechniken ist die Ungleichförmigkeit über das Display hinweg, was als Helligkeit oder Farbschwankungen in Abschnitten von Bildern wahrgenommen werden kann, die als flaches Feld erscheinen sollen.

**[0015]** Insbesondere AMOLED-Tafeln zeichnen sich durch erhebliche Ungleichförmigkeiten der Luminanz aus, die durch mehrere Faktoren verursacht werden, darunter unter anderem TFT-Schwellwerteschwankung, OLED-Spannung und Luminanzschwankung, Fertigungstoleranzen, Spannungsabfall entlang der Leitung und Verschmutzungs- und Ansteuerleistungsunterschiede. Es können verschiedene Messtechniken verwendet werden, um die Ansteuerung bei OLED-Anzeigen zu messen, und es können Algorithmen verwendet werden, um diese kombinierten Effekte zu nehmen und das Bild auf der Anzeige zu korrigieren, indem der Versatz und die Verstärkung einzelner Pixel geändert werden. Wie weiter unten beschrieben, können die zur Erzeugung der Korrekturdaten und der Korrekturfunktion verwendeten Messdaten entweder optisch oder elektrisch auf der Tafel erfasst werden. Die Korrekturdaten gemäß den hier entwickelten und definierten Verfahren sind sowohl für die anfänglichen Korrekturen von T0 (Time Zero) als auch von Tn (Time nach Time Zero) anwendbar. Das Versatzverfahren zur Gleichförmigkeitskorrektur, das unten umrissen wird, beschreibt, wie die gemessenen Daten verwendet werden, um Versatzdaten zu erzeugen, die in einer Korrekturfunktion verwendet werden, um eine gleichförmige korrigierte Pixelausgabe zu erzeugen.

**[0016]** Es versteht sich, dass, obwohl die hier beschriebenen Ausführungsformen im Zusammenhang mit AMOLED-Anzeigen beschrieben worden sind, die hier beschriebenen Ausführungsformen Verfahren zur Gleichförmigkeitskorrektur und -kompensation betreffen und die der Funktion zugrunde liegende Anzeigetechnik und die Bedienung der Anzeigen nicht einschränken, in der sie eingesetzt werden. Die hier beschriebenen Verfahren sind auf eine beliebige Anzahl verschiedener Arten und Anwendungen verschiedener visueller Anzeigetechniken, die Pixel umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, anwendbar, umfassend Leuchtdiodenanzeigen (LED), Elektrolumineszenzanzeigen (ELD), organische Leuchtdiodenanzeigen (OLED), Plasmaanzeigetafeln (PSP), microLED- oder Quantenpunktanzeigeeinrichtungen, unter anderen Anzeigeeinrichtungen.

**[0017]** Fig. 1 ist ein Diagramm eines beispielhaften Anzeigesystems **150**, das die weiter unten beschriebenen Verfahren einsetzt. Das Anzeigesystem **150** umfasst eine Anzeigetafel **120**, eine Adressen-ansteuereinrichtung **108**, eine Datenansteuereinrichtung **104**, eine Steuereinheit **102** und einen Speicher **106**.

**[0018]** Die Anzeigetafel **120** umfasst eine Anordnung von Pixeln **110** (nur eines ist explizit gezeigt), die in Reihen und Spalten angeordnet sind. Jedes der Pixel **110** ist individuell programmierbar, um Licht mit individuell programmierbaren Luminanzwerten zu emittieren. Die Steuereinheit **102** empfängt digitale Daten, die Informationen anzeigen, die auf der Anzeigetafel **120** angezeigt werden sollen. Die Steuereinheit **102** sendet Signale **132** an die Datenansteuereinrichtung **104** und Zeitplanungssignale **134** an die Adressen-ansteuereinrichtung **108**, um die Pixel **110** in der Anzeigetafel **120** zur Anzeige der angegebenen Informationen anzusteuern. Die Vielzahl von Pixeln **110** der Anzeigetafel **120** umfasst somit ein Anzeigetafel oder einen Anzeigebildschirm, der zum dynamischen Anzeigen von Informationen gemäß den von der Steuereinheit **102** empfangenen digitalen Eingabedaten ausgelegt ist. Der Anzeigebildschirm und verschiedene Untergruppen seiner Pixel definieren „Anzeigebereiche“, die zur Überwachung und Verwaltung der Anzeigehelligkeit verwendet werden können. Der Anzeigebildschirm kann Bilder und Ströme von Videoinformationen aus Daten anzeigen, die von der Steuereinheit **102** empfangen werden. Die Versorgungsspannung **114** stellt eine konstante Versorgungsspannung bereit oder kann als einstellbare Spannungsversorgung dienen, die durch Signale von der Steuereinheit **102** gesteuert wird. Das Anzeigesystem **150** kann zudem Merkmale von einer Stromquelle oder -senke (nicht gezeigt) enthalten, um den Pixeln **110** in der Anzeigetafel **120** Vorspannungsströme zuzuführen, um dadurch die Programmierzeit für die Pixel **110** zu verringern.

**[0019]** Zu Darstellungszwecken wird nur ein Pixel **110** explizit in dem Anzeigesystem **150** in Fig. 1 gezeigt. Es versteht sich, dass das Anzeigesystem **150** mit einem Anzeigebildschirm ausgeführt ist, der eine Anordnung aus einer Vielzahl von Pixeln umfasst, wie etwa dem Pixel **110**, und dass der Anzeigebildschirm nicht auf eine bestimmte Anzahl von Zeilen und Spalten von Pixeln beschränkt ist. Beispielsweise kann das Anzeigesystem **150** mit einem Anzeigebildschirm mit einer Anzahl von Zeilen und Spalten von Pixeln ausgeführt sein, die üblicherweise in Anzeigevorrichtungen für mobile Geräte, auf Monitoren basierenden Geräten und/oder Projektionsgeräten verfügbar sind. In einer Mehrkanal- oder Farbanzeigevorrichtung ist eine Anzahl verschiedener Arten von Pixeln in der Anzeigevorrichtung vorhanden, von denen jedes für die Wiedergabe von Farbe eines bestimmten Kanals oder einer Farbe wie Rot, Grün, Blau oder Weiß

verantwortlich ist. Pixel dieser Art können auch als „Subpixel“ bezeichnet werden, da eine Gruppe von ihnen gemeinsam eine gewünschte Farbe in einer bestimmten Zeile und Spalte der Anzeige bereitstellt, wobei diese Gruppe von Subpixeln zusammen auch als „Pixel“ bezeichnet werden kann.

**[0020]** Das Pixel **110** wird von einer Ansteuerschaltung oder Pixelschaltung betrieben, die im Allgemeinen einen Ansteuertransistor und eine lichtemittierende Vorrichtung umfasst. Im Folgenden kann sich das Pixel **110** auf die Pixelschaltung beziehen. Die lichtemittierende Vorrichtung kann optional eine organische lichtemittierende Diode sein, aber Ausführungen der vorliegenden Offenbarung gelten für Pixelschaltungen mit anderen Elektrolumineszenzvorrichtungen, einschließlich stromgesteuerter lichtemittierender Vorrichtungen und der oben aufgelisteten. Der Ansteuertransistor in dem Pixel **110** kann optional ein amorpher Silizium-Dünnschichttransistor vom n-Typ oder p-Typ sein, wobei jedoch die Ausführungen der vorliegenden Offenbarung nicht auf Pixelschaltungen mit einer bestimmten Polarität des Transistors oder nur auf Pixelschaltungen mit Dünnschichttransistoren beschränkt sind. Die Pixelschaltung **110** kann auch einen Speicherkondensator zum Speichern von Programmierinformationen und zum Ermöglichen, dass die Pixelschaltung **110** die Lichtemissionsvorrichtung ansteuert, nachdem sie adressiert wurde, umfassen. Somit kann die Anzeigetafel **120** ein Aktivmatrix-Anzeigetafel sein.

**[0021]** Wie in Fig. 1 gezeigt, ist das Pixel **110**, das als oberes linkes Pixel in der Anzeigetafel **120** dargestellt ist, mit einer Auswahlleitung **124**, einer Versorgungsleitung **126**, einer Datenleitung **122** und einer Überwachungsleitung **128** gekoppelt. Eine Leseleitung kann zudem zum Steuern von Verbindungen zu der Monitorleitung enthalten sein. In einer Ausführung kann die Versorgungsspannung **114** auch eine zweite Versorgungsleitung für das Pixel **110** bereitstellen. Beispielsweise kann jedes Pixel mit einer ersten Versorgungsleitung **126** gekoppelt sein, die mit Vdd geladen ist, und einer zweiten Versorgungsleitung **127**, die mit Vss gekoppelt ist, wobei Pixelschaltungen **110** zwischen den ersten und zweiten Versorgungsleitungen angeordnet sein können, um den Ansteuerstrom zwischen den zwei Versorgungsleitungen während einer Emissionsphase der Pixelschaltung zu erleichtern. Es versteht sich, dass jedes der Pixel **110** in der Pixelanordnung der Anzeige **120** mit geeigneten Auswahlleitungen, Versorgungsleitungen, Datenleitungen und Überwachungsleitungen gekoppelt ist. Es wird darauf hingewiesen, dass Aspekte der vorliegenden Offenbarung auf Pixel mit zusätzlichen Verbindungen, wie Verbindungen zu zusätzlichen Auswahlleitungen, und auf Pixel mit weniger Verbindungen zutreffen.

**[0022]** In Bezug auf das Pixel **110** der Anzeigetafel **120** wird die Auswahlleitung **124** durch die Adressen-ansteuereinrichtung **108** bereitgestellt und kann verwendet werden, um beispielsweise einen Programmiervorgang des Pixels **110** durch Aktivieren eines Schalters oder Transistors zu aktivieren um zu ermöglichen, dass die Datenleitung **122** das Pixel **110** programmiert. Die Datenleitung **122** übermittelt Programmierinformationen von der Datenansteuereinrichtung **104** an das Pixel **110**. Zum Beispiel kann die Datenleitung **122** dazu verwendet werden, eine Programmierspannung oder einen Programmierstrom an das Pixel anzulegen **110**, um das Pixel **110** so zu programmieren, dass es eine gewünschte Leuchtstärke ausgibt. Die Programmierspannung (oder der Programmierstrom), die von der Datenansteuereinrichtung **104** über die Datenleitung **122** geliefert wird, ist eine Spannung (oder ein Strom), die geeignet ist, um das Pixel **110** zu veranlassen, Licht mit einem gewünschten Betrag an Luminanz gemäß den von der Steuereinheit **102** empfangenen digitalen Daten zu emittieren. Die Programmierspannung (oder der Programmierstrom) kann während eines Programmiervorgangs des Pixels **110** an das Pixel **110** angelegt werden, um eine Speichervorrichtung innerhalb des Pixels **110**, beispielsweise einen Speicherkondensator, aufzuladen, wodurch das Pixel **110** Licht mit der gewünschten Leuchtstärke während eines Emissionsvorgangs nach dem Programmiervorgang emittieren kann. Zum Beispiel kann die Speichervorrichtung in dem Pixel **110** während eines Programmiervorgangs aufgeladen werden, um während des Emissionsvorgangs eine Spannung an ein Gate oder einen Gate-Anschluss oder einen Source-Anschluss des Ansteuertransistors anzulegen, wodurch der Ansteuertransistor den Ansteuerstrom durch die Lichtemissionsvorrichtung entsprechend der in der Speichervorrichtung gespeicherten Spannung fördert.

**[0023]** Im Allgemeinen ist bei dem Pixel **110** der Ansteuerstrom, der während des Emissionsvorgangs des Pixels **110** durch den Lichtemissionsbaustein durch die Lichtemissionsvorrichtung übertragen wird, ein Strom, der von der ersten Versorgungsleitung **126** geliefert wird und zu einer zweiten Versorgungsleitung **127** abgeleitet wird. Die erste Versorgungsleitung **126** und die zweite Versorgungsleitung **127** sind mit der Spannungsversorgung **114** gekoppelt. Die erste Versorgungsleitung **126** kann eine positive Versorgungsspannung bereitstellen (z.B. die Spannung, die üblicherweise im Schaltungsdesign als „Vdd“ bezeichnet wird), und die zweite Versorgungsleitung **127** kann eine negative Versorgungsspannung bereitstellen (z.B. die Spannung, die üblicherweise im Schaltungsdesign als „Vss“ bezeichnet wird). Ausführungen der vorliegenden Offenbarung können verwirklicht werden, wenn die eine oder die andere der Versorgungsleitungen (z.B. die Versorgungsleitung **127**) auf eine Massespannung oder eine andere Referenzspannung festgelegt ist.

**[0024]** Das Anzeigesystem **150** umfasst auch ein Überwachungssystem **112**. Unter erneuter Bezugnahme auf das Pixel **110** der Anzeigetafel **120** verbindet die Überwachungsleitung **128** das Pixel **110** mit dem Überwachungssystem **112**. Das Überwachungssystem **112** kann in die Datenansteuereinrichtung **104** integriert sein oder kann ein separates autarkes System sein. Insbesondere kann das Überwachungssystem **112** optional eingesetzt werden, indem der Strom und/oder die Spannung der Datenleitung **122** während eines Überwachungsvorgangs des Pixels **110** überwacht wird, wobei auf die Überwachungsleitung **128** vollständig verzichtet werden kann. Die Überwachungsleitung **128** ermöglicht es dem Überwachungssystem **112**, einen Strom oder eine Spannung zu messen, die dem Pixel **110** zugeordnet ist, und dadurch Informationen zu extrahieren, die auf eine Verschlechterung oder Alterung des Pixels **110** oder auf eine Temperatur des Pixels **110** hinweisen, oder wie nachstehend erörtert wird, eine Stromausgabe durch das Pixel **110** als Reaktion auf einen bestimmten Eingangsgraustufen-Ansteuerpegel zu messen. In einigen Ausführungsformen umfasst die Anzeigetafel **120** eine Temperaturerfassungsschaltung, die der Erfassung der in den Pixeln **110** herrschenden Temperatur zugeteilt ist, während in anderen Ausführungsformen die Pixel **110** eine Schaltung umfassen, die sowohl an der Erfassung der Temperatur als auch der Ansteuerung der Pixel beteiligt ist. Beispielsweise kann das Überwachungssystem **112** über die Überwachungsleitung **128** einen durch den Ansteuertransistor innerhalb des Pixels **110** fließenden Strom entnehmen und dadurch auf der Grundlage des gemessenen Stroms und auf der Grundlage der während der Messung an den Ansteuertransistor angelegten Spannungen eine Schwellenspannung des Ansteuertransistors oder eine Verschiebung desselben bestimmen.

**[0025]** Die Steuereinheit **102** und der Speicher **106** speichern zusammen oder in Kombination mit einem Kompensationsblock (nicht gezeigt) Kompensationsdaten oder Korrekturdaten, um die verschiedenen Defekte, Schwankungen und Ungleichförmigkeiten, die zum Zeitpunkt der Herstellung existieren, und wahlweise Defekte festzustellen und zu korrigieren, die auf Alterung und Verschlechterung nach dem Gebrauch zurückzuführen sind. In einigen Ausführungsformen umfassen die Korrekturdaten Daten zum Korrigieren der Luminanz der Pixel, die durch Messung und Verarbeitung unter Verwendung eines externen optischen Messsystems, wie einer Kamera, oder einer internen optischen Rückmeldung, wie Fotodioden oder anderen integrierten optischen Messvorrichtungen, gewonnen werden. Einige Ausführungsformen verwenden das Überwachungssystem **112**, um das Verhalten der Pixel zu charakterisieren und die Alterung und Verschlechterung mit zunehmendem Alter der Anzeigevorrichtung weiterhin zu überwachen und die Korrekturdaten zu aktualisieren, um die Alterung

und die Verschlechterung über die Zeit zu kompensieren.

**[0026]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 2** wird nun eine typische Pixelluminanzansprechkurve **200** kurz beschrieben. Ein typisches Pixel einer emittierenden Anzeige erzeugt eine bestimmte Luminanz, wenn es darauf ankommt, mit einem bestimmten Graustufen-Ansteuerpegel programmiert oder angesteuert zu werden. Bei Systemen, bei denen 8-Bit-Graustufenwerte verwendet werden, beträgt die Anzahl der Graustufen-Ansteuerpegel insgesamt 256, nämlich 0 bis 255. Es versteht sich, dass die hier beschriebenen Verfahren gleichermaßen auf Anzeigesysteme anwendbar sind, die eine unterschiedliche Anzahl von Bits pro Kanal verwenden. Die aus diesen Graustufen-Ansteuerpegeln erzeugte Luminanz steigt von einer unteren Grenze der Luminanz (0%) bis zu einem oberen Helligkeitsgrenzwert (100%), den das Pixel erreichen kann, wenn die Graustufen-Ansteuerpegel im Bereich von 0 bis 255 liegen. Wie in der Kurve von **Fig. 2** angegeben, folgt im Allgemeinen die Pixelluminanzansprechkurve **200** einer gewünschten Gammafunktion, beispielsweise einem Gammawert von 1,8 oder 2,2, anstatt linear zu sein.

**[0027]** Mit Bezug auf **Fig. 3** wird nun ein Pixelversatzverfahren der Gleichförmigkeitskorrektur **300** beschrieben. Eine Anzahl vorbestimmter Graustufen-Ansteuerpegel ( $P_N$ ), die einen signifikanten Teil des nutzbaren Graustufenbereichs auf einer Anzeigetafel darstellen, wird ausgewählt 302. **Fig. 2** zeigt derartige Punkte  $P_1$  und  $P_2$ , die sich auf dem Graustufen-Ansteuerpegel **100** bzw. **200** befinden. Obwohl nur zwei vorbestimmte Graustufen-Ansteuerpegel dargestellt sind, kann im Allgemeinen eine beliebige Anzahl von vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegeln ausgewählt werden. Es können auch unterschiedliche Graustufen-Ansteuerpegel verwendet werden, solange sie einen erheblichen Teil des nutzbaren Bereichs ausmachen und darstellen.

**[0028]** Jedes Pixel wird anschließend auf jedem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel **304** angesteuert und gemessen. In einigen Ausführungsformen wird die Luminanz jedes Pixels optisch gemessen, während es auf den vorbestimmten Pegeln angesteuert wird, wie z.B. durch ein externes optisches Messsystem wie eine Kamera oder durch integrierten optische Detektoren wie Fotodioden. In anderen Ausführungsformen wird ein Stromausgang jedes Pixels unter Verwendung eines Überwachungssystems elektrisch gemessen, während es auf den vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegeln angesteuert wird. Bei anderen Ausführungsformen wird eine Kombination aus optischer und elektrischer Messung verwendet.

**[0029]** Versatzwerte, die ein gleichförmiges flaches Feld erzeugen, werden aus solchen Messungen be-

stimmt, die zuvor vorgenommen wurden, oder werden in Verbindung mit der Durchführung solcher Messungen bestimmt **306**. Der Versatzwert für jedes Pixel bei jedem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel ist die Abweichung im Graustufen-Ansteuerpegel von diesem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel für das Pixel, der erforderlich ist, damit die Pixel gemeinsam ein einheitliches flaches Feld erzeugen. Da die Versatzwerte, die ein gleichförmiges flaches Feld erzeugen, relativ sind, wobei sie aus dem Kontext sämtlicher Pixel bestimmt werden, die das gleichförmige flache Feld erzeugen, werden sämtliche Probleme, die sich aus dem unabhängigen Versuch ergeben, jeden Bildpunkt in Richtung eines bestimmten gewünschten erwünschten Luminanzwertes zu korrigieren, der von sämtlichen Pixeln erreicht oder nicht erreicht werden könnte, gemildert und/oder vermieden. Die Kriterien für das, was ein gleichförmiges flaches Feld ausmacht, können optisch im Hinblick auf die Gleichförmigkeit der Luminanz definiert werden oder allein auf den elektrischen Messungen, z.B. der Gleichförmigkeit des Ansteuerstroms basieren, der elektrisch gemessen wird.

**[0030]** In einigen Ausführungsformen werden die optischen und/oder elektrischen Messungen der Pixel aus dem vorherigen Schritt **304** verwendet (optional in Verbindung mit bekannten Eigenschaften der Pixel und/oder unter Verwendung von Algorithmen), um zu bestimmen, welche Versatzwerte für jedes Pixel an jedem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erforderlich sind, um ein einheitliches flaches Feld zu erzeugen. In anderen Ausführungsformen wird ein iterativer Ansatz verwendet. Bei Ausführungsformen mit einem iterativen Ansatz werden Graustufen-Ansteuerpegel jedes Pixels von den vorbestimmten Ansteuerungspegeln weg variiert, während die Pixel **304** entweder optisch, elektrisch oder in beiden Arten gemessen werden, bis man ein einheitliches flaches Feld erhält, wobei die endgültigen Pixelversatzwerte jene sind, die bestimmt werden, um das gleichförmige flache Feld **306** zu erzeugen. Bei jedem Ansatz führt dieser Vorgang zu einer Reihe von Versätzen, die sämtliche Pixel der Anzeigetafel für jeden vorbestimmten Graustufen-Antriebspegel umfassen. Es ist zu beachten, dass aufgrund der relativ geringen Größe der Versatzwerte die Anzahl von Bits, die zum Speichern von Versatzwerten für jeden der vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erforderlich ist, geringer ist als die Anzahl, die ansonsten zum Speichern des Graustufen-Ansteuerpegels erforderlich wäre, der die Gleichförmigkeit erzeugt.

**[0031]** In einer Ausführungsform mit zwei vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegeln, wie z.B. in **Fig. 2**, ist die Beziehung zwischen dem Gleichförmigkeitserzeugungs-Ansteuerpegel ( $U$ ) und dem Pixelversatzwert ( $O$ ) für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $P_1$  und  $P_2$  wie folgt:

$$P_1 + O_1 = U_1 \quad (1)$$

$$P_2 + O_2 = U_2 \quad (2)$$

**[0032]** Wobei  $O_1$  der erforderliche Versatzwert zu dem Graustufen-Ansteuerpegel bei einem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $P_1$  ist, damit das Pixel ein gleichförmiges flaches Feld erzeugt, das mit einem gleichförmig korrigierten Ansteuerpegel  $U_1$  erreicht wird, und  $O_2$  der erforderliche Versatz zu dem Graustufen-Ansteuerpegel auf einem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $P_2$  ist, damit das Pixel ein gleichförmiges flaches Feld erzeugt, das mit einem gleichförmig korrigierten Ansteuerpegel  $U_2$  erreicht wird.

**[0033]** Sobald die Gleichförmigkeitserzeugungsversätze für jedes Pixel bestimmt **306** und in den jeweiligen Anordnungen gespeichert sind, wird eine Korrekturfunktion für jedes Pixel aus diesen bestimmt **308**, wobei diese Funktion verwendet wird, um Videodaten auf eine Weise zu korrigieren, die die Ungleichförmigkeit der Anzeigetafel **310** kompensiert. Da sehr wenige Pixel zu einem beliebigen Zeitpunkt genau auf einem der vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel angesteuert werden, ist eine Funktion wünschenswert, die die Korrektur für die Anwendung auf einen Graustufen-Ansteuerpegel eines Pixels interpoliert und extrapoliert.

**[0034]** Auch mit Bezug auf **Fig. 4** wird eine Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion  $U(k)$  **400** des Verfahrens von **Fig. 3** erläutert. Das Beispiel von **Fig. 4** zeigt eine lineare Gleichförmigkeitskorrekturfunktion  $U(k)$  **400**, die aus einer Ausführungsform bestimmt wird, für die zwei vorbestimmte Graustufenpegel  $P_1$  und  $P_2$ , wie sie in **Fig. 2** dargestellt sind, ausgewählt wurden. Bei dem ersten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $P_1 = 100$  wird bestimmt, **304, 306**, dass ein Versatz  $O_1$  gleich -5 erforderlich ist, damit dieses Pixel zu einem gleichförmigen flachen Feld beiträgt, während bei dem zweiten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $P_2 = 200$  bestimmt wird **304, 306**, dass ein Versatz  $O_2$  gleich -4 erforderlich ist, damit das Pixel zu einem gleichförmigen flachen Feld beiträgt.

**[0035]** Wie oben beschrieben, stellt die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion  $U(k)$  vorzugsweise einen gleichförmigkeitskorrigierten Ansteuerpegel für jeden möglichen Eingangsgraustufen-Ansteuerpegel  $k$  bereit. Für eine Ausführungsform, die zwei vorbestimmte Graustufen-Ansteuerpegel verwendet und somit zwei Versatzwerte für jedes Pixel speichert, kann eine lineare Funktion, deren Parameter diese Versätze und der Eingangsteuerpegel  $k$  sind, wie folgt bestimmt werden:

$$U(k) = B \cdot k + C \quad (3)$$

**[0036]** Wobei  $B$  als die Steigung oder Verstärkung der linearen Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion  $U(k)$  **400** definiert ist und bezogen wird durch:

$$B = ((P_2 + O_2) - (P_1 + O_1)) / (P_2 - P_1) = (100 + O_2 - O_1) / 100 \quad (4)$$

wobei  $C$  als der Versatz der linearen Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion  $U(k)$  **400** definiert ist und bezogen wird durch:

$$C = (P_1 + O_1) - B \cdot P_1 = 100 + O_1 - 100 - O_2 + O_1 = 2O_1 - O_2 \quad (5)$$

**[0037]** In dem speziellen Fall, der in **Fig. 4** gezeigt ist, ist die lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion  $U(k)$  daher:

$$U(k) = (100 + O_2 - O_1) \cdot k / 100 + 2O_1 - O_2 \quad (6)$$

**[0038]** Was für die spezifischen Versätze  $O_1 = -5$  und  $O_2 = -4$  wie folgt evaluiert wird:

$$U(k) = 1,01 \cdot k - 6 \quad (7)$$

**[0039]** In einigen Ausführungsformen werden nach einer ausreichenden Verwendung der Anzeige die Pixel erneut gemessen, neue Versätze bestimmt **304, 306**, und die Versätze verwendet, um die Korrekturfunktion  $U(k)$  **308** zu bestimmen.

**[0040]** Die Gleichförmigkeitskorrekturfunktion  $U(k)$  **400** repräsentiert somit für jedes Pixel den linear extrapolierten und interpolierten korrigierten Pegel der Gleichförmigkeit für einen beliebigen Graustufen-Eingangspiegel  $k$ , wobei nur die gespeicherten Versätze für das Pixel und  $k$  als Eingänge verwendet werden. Diese Funktion wird verwendet, um die eingegebenen Graustufen-Ansteuerwerte zu korrigieren, um Graustufen-Ansteuerwerte zu erzeugen, die eine verbesserte Gleichförmigkeit bereitstellen, wodurch eine Ungleichförmigkeit der Anzeige **310** ausgeglichen wird.

**[0041]** Wie oben beschrieben, kann die Anzahl vorbestimmter Graustufen-Ansteuerpegel größer als zwei und eine beliebige Anzahl sein, die einen erheblichen Teil des nutzbaren Graustufen-Ansteuerbereichs überspannt. Bei Ausführungsformen, bei denen die Anzahl vorbestimmter Graustufen-Ansteuerpegel  $N$  größer als zwei ist, um zusätzliche Nichtlinearität in der Ungleichförmigkeit des Ansprechens des Pixels zu berücksichtigen, kann eine stückweise lineare Kurvenanpassung anstelle einer einzelnen linearen Gleichförmigkeitserzeugung-Korrekturfunktion verwendet werden. In einem solchen Fall ist

die Gleichförmigkeitskorrekturfunktion  $U(k)$  stückweise linear und wird nur als eine Funktion der Versätze  $O_1, \dots, O_N$  und des Eingangs-Graustufen-Ansteuerpegels ausgedrückt, und zwar in einer Weise analog zu jener, die für die Ausführungsform beschrieben ist, die mit **Fig. 4** assoziiert ist, jedoch für jedes „Stück“ der stückweisen Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion.

**[0042]** Alternativ können die zahlreichen Punkte ( $(P_1-O_1, P_1), \dots, (P_N-O_N, P_N)$ ), die für eine Ausführungsform mit  $N$  vorbestimmten Graustufenwerten bestimmt werden, verwendet werden, um ein Kurvenanpassungspolynom im Allgemeinen einer beliebigen Ordnung zwischen 1 und  $N-1$  zu erzeugen. In einem derartigen Fall werden die bestimmten Punkte, die die Kurvenanpassungsfunktion erzeugen, in Form der Versätze ausgedrückt, so dass die erzeugte Polynomfunktion für jedes Pixel eine Funktion ist, die nur die aus den gespeicherten Anordnungen bezogenen Versätze für das Pixel und die Eingabe-Graustufen-Ansteuerpegel  $k$  für das Pixel als Eingaben benötigt, um den Gleichförmigkeitserzeugungs-Graustufen-Ansteuerpegel zu erzeugen.

**[0043]** Wenngleich bestimmte Ausführungen und Anwendungen der vorliegenden Offenbarung dargestellt und beschrieben wurden, versteht es sich, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die hier offenbarte Konstruktion und Zusammensetzungen beschränkt ist und dass verschiedene Modifikationen, Änderungen und Variationen von den vorstehenden Beschreibungen offensichtlich sein können, ohne vom Geist und Schutzzumfang einer Erfindung abzuweichen, wie sie in den beigefügten Ansprüchen definiert ist.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Kompensieren einer Ungleichförmigkeit einer emittierenden Anzeigetafel, die Pixel hat, wobei jedes Pixel eine lichtemittierende Vorrichtung aufweist, wobei das Verfahren umfasst:  
Auswählen einer Vielzahl von Graustufen-Ansteuerpegeln, die einen signifikanten Abschnitt eines nutzbaren Graustufen-Ansteuerpegelbereichs für die Anzeigetafel darstellen;  
für jedes Pixel,  
Messen des Pixels bei jedem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel;  
für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel,  
Bestimmen eines Versatzwertes aus dem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel für das Pixel, der unter Verwendung der Messungen ein gleichförmiges flaches Feld erzeugt;  
Bestimmen einer Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion unter Verwendung der bestimmten Versatzwerte;  
und  
Korrigieren eines Eingangs-Ansteuerpegels für das Pixel unter Verwendung der Gleichförmigkeits-Kor-

rekturfunktion, um die Ungleichförmigkeit zu kompensieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Messen des Pixels das Vornehmen optischer Leuchtstärkemessungen unter Verwendung eines externen optischen Messsystems und/oder einer integrierten optischen Messvorrichtung umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem das gleichförmige flache Feld, das mit dem bestimmten Versatzwert für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird, eine gleichförmige Leuchtstärke aufweist, die von jedem der Pixel der emittierenden Anzeigetafel erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Messen des Pixels das Vornehmen einer elektrischen Messung des Ausgangsstroms des Pixels unter Verwendung eines Überwachungssystems der emittierenden Anzeigetafel umfasst.

5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem das gleichförmige flache Feld, das mit dem bestimmten Versatzwert für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird, einen gleichförmigen Stromausgang von jedem der Pixel der emittierenden Anzeigetafel umfasst.

6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Bestimmen des Versatzwertes unter Verwendung der Messungen das Bestimmen des Versatzwertes unter Verwendung von zuvor durchgeführten Messungen umfasst.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Bestimmen des Versatzwertes unter Verwendung der Messungen das iterative Anpassen eines Anfangsversatzwertes von dem vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel und das wiederholte Messen des Pixels bis zum Erreichen des Versatzwertes, der das gleichförmige flache Feld erzeugt, umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 1, weiterhin umfassend das Speichern jedes Versatzwertes für jedes Pixel für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel in einem Speicher der emittierenden Anzeigetafel.

9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Anzahl von ausgewählten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegeln zwei ist und die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion ist, die aus den Versatzwerten für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine Funktion des Eingangs-Ansteuerpegels und der Versatzwerte



für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Anzahl der ausgewählten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $N$  größer als zwei ist und die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine stückweise lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion ist, die aus den Versatzwerten für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem die stückweise lineare Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine Funktion des Eingangs-Ansteuerpegels und der Versatzwerte für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel ist.

13. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Anzahl der ausgewählten vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel  $N$  größer als zwei ist und die Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion eine Kurvenanpassungspolynom-Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion der Ordnung  $N-1$  oder niedriger ist, die aus den Versatzwerten für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem die Polynom-Gleichförmigkeits-Korrekturfunktion der Ordnung  $N-1$  oder niedriger eine Funktion des Eingangs-Ansteuerpegels und der Versatzwerte für jeden vorbestimmten Graustufen-Ansteuerpegel ist.

15. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem jede lichtemittierende Vorrichtung eine organische lichtemittierende Vorrichtung (OLED) umfasst.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

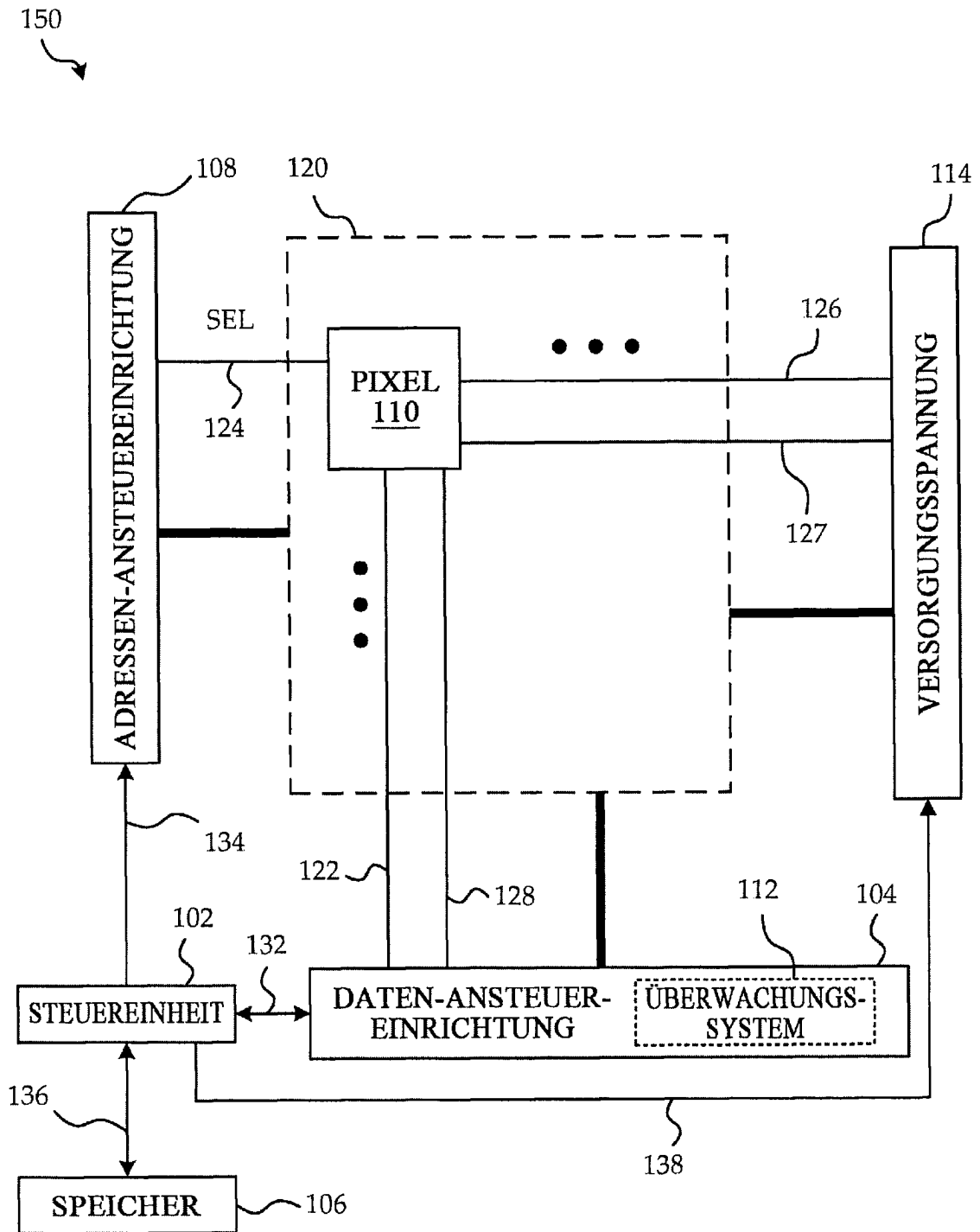


FIG. 1

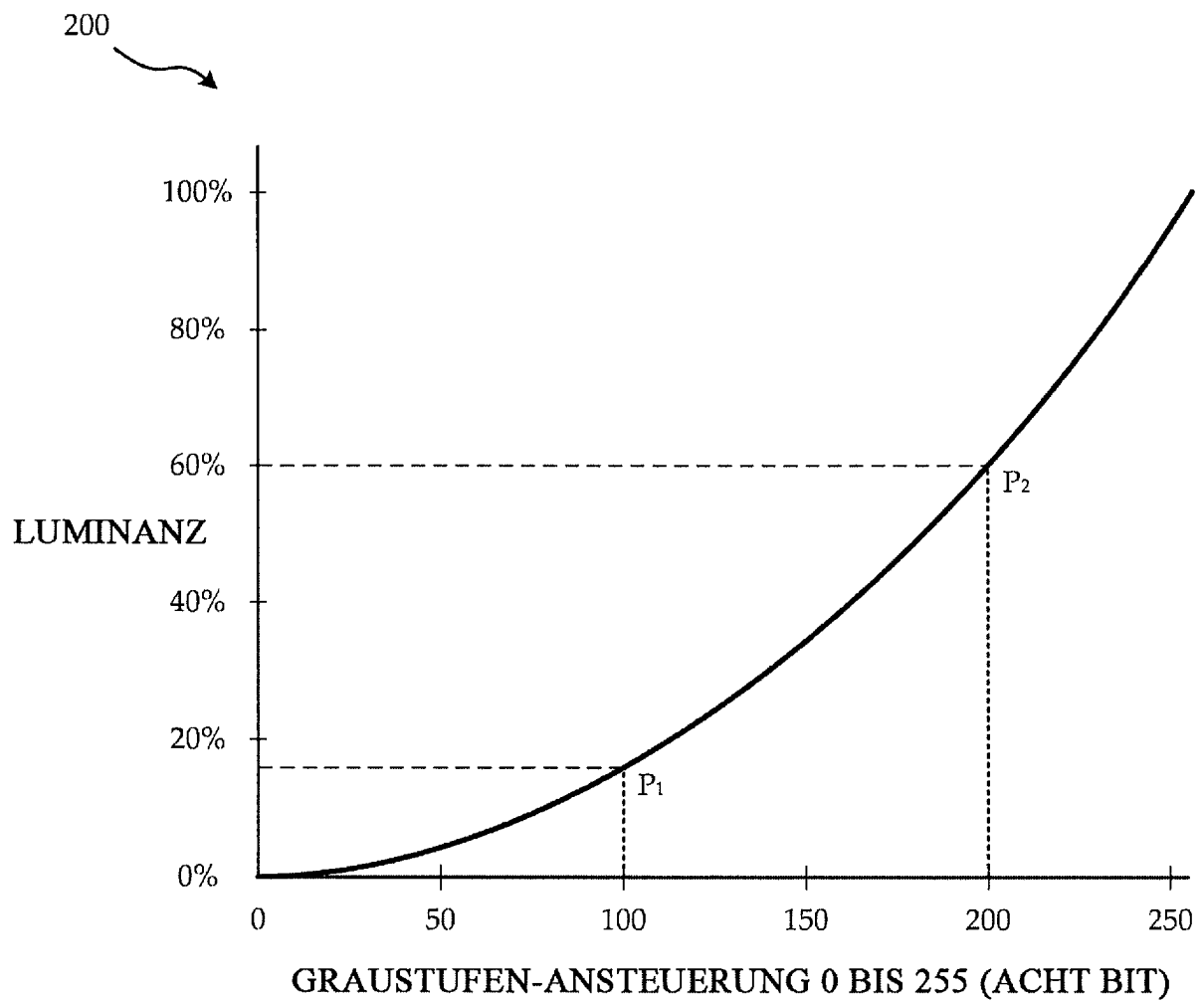


FIG. 2

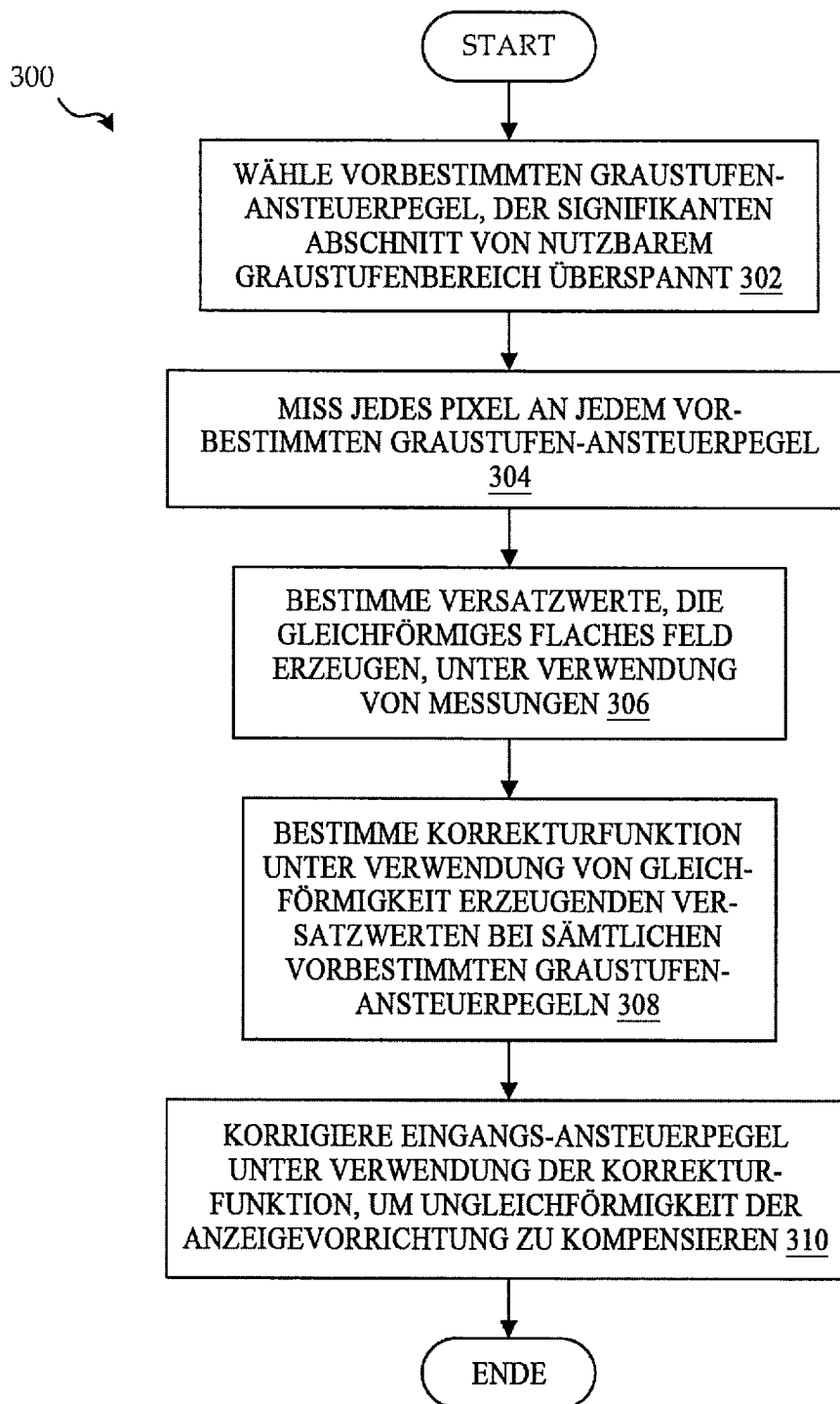


FIG. 3

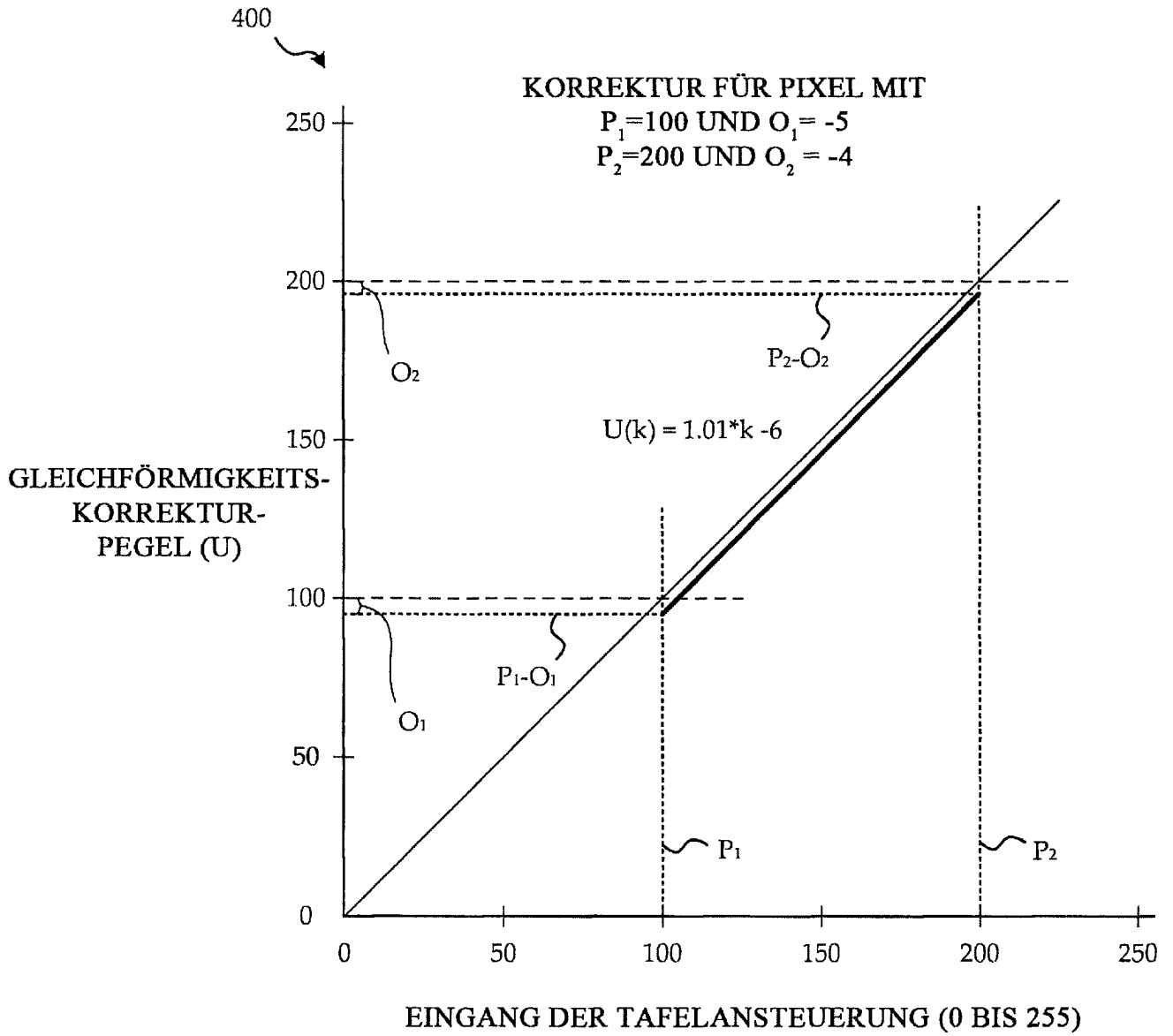


FIG. 4