



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 212 784.5**  
(22) Anmeldetag: **13.07.2016**  
(43) Offenlegungstag: **18.01.2018**

(51) Int Cl.: **H04N 5/335 (2011.01)**  
**H04N 5/374 (2011.01)**  
**H04N 5/341 (2011.01)**  
**H01L 27/146 (2006.01)**

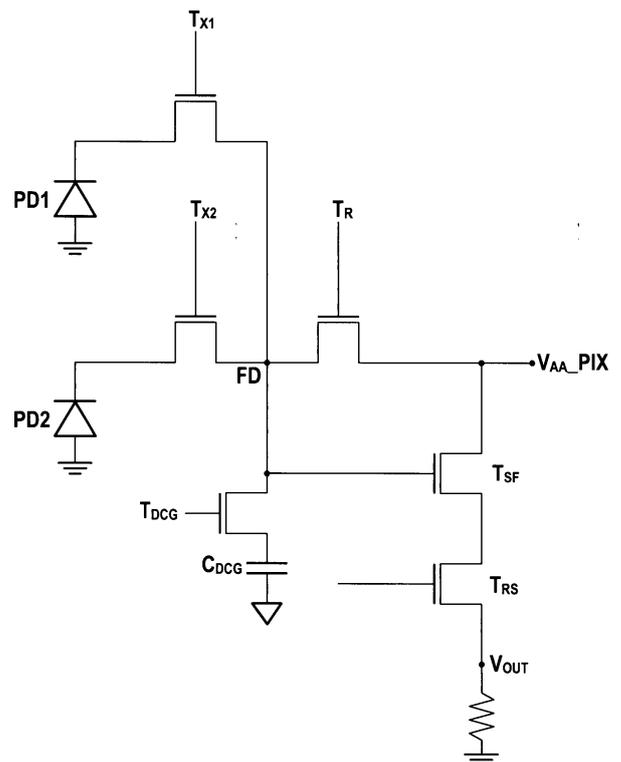
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Fritz, Steffen, 75449 Wurmberg, DE**

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

(54) Bezeichnung: **CMOS Pixel, Bildsensor und Kamera sowie Verfahren zum Auslesen eines CMOS Pixels**

(57) Zusammenfassung: CMOS Pixel mit einer Dual Conversation Gain Ausleseschaltung, aufweisend mindestens eine erste Photodiode (PD1), eine Diffusionsregion (FD) mit einer ersten Kapazität ( $C_{FD}$ ) zur Aufnahme einer Ladung von der mindestens einen ersten Photodiode (PD1), wobei die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, die Ladung der Diffusionsregion (FD) mittels eines ersten Verstärkungsfaktors und mittels eines zweiten Verstärkungsfaktors auszulesen, wobei der CMOS Pixel mindestens eine zweite Photodiode (PD2) aufweist, wobei die Diffusionsregion (FD) ferner dazu ausgebildet ist eine Ladung von der mindestens einen zweiten Photodiode (PD2) aufzunehmen und dass die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, die Ladung der Diffusionsregion (FD) mittels mindestens eines dritten Verstärkungsfaktors und mindestens eines vierten Verstärkungsfaktors auszulesen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen CMOS Pixel, einen Bildsensor und eine Kamera sowie ein Verfahren zum Auslesen eines CMOS Pixels.

## Stand der Technik

**[0002]** CMOS Bildsensoren werden mit unterschiedlichen Pixeldesigns hergestellt. Üblich sind Designs mit vier bis sechs Transistoren pro Pixel und einer oder zwei Photodioden.

**[0003]** Bekannt sind dabei Designs mit vier Transistoren und einer pinned Photodiode. Pinned bedeutet in diesem Kontext, dass die Photodiode durch den Silizium-Prozess derart hergestellt wird, dass die Photodiode keine Verbindung zu einem Metall aufweist.

**[0004]** Weiter sind Designs mit fünf Transistoren, einer pinned Photodiode und einer Dual Conversion Gain Ausleseschaltung bekannt. Unter einer Dual Conversion Gain Ausleseschaltung ist vorliegend eine Schaltung zu verstehen, die dazu ausgelegt ist, die Ladung der Photodiode mittels mindestens zwei unterschiedlichen Verstärkungsfaktoren auszulesen, um die durch die Photodiode erfasste elektromagnetische Strahlung, typischerweise im Wellenlängenbereich von Licht, inklusive des ultravioletten und des infraroten Wellenlängenbereichs, zu ermitteln.

**[0005]** Weiter sind Designs mit fünf Transistoren und zwei pinned Photodioden bekannt.

**[0006]** Weiter sind Designs mit sechs Transistoren bekannt. Diese werden typischerweise eingesetzt, um eine Bildsensor mit Global Shutter umzusetzen.

**[0007]** Die Herausforderung beim Pixeldesign ist, eine Schaltung zu entwerfen, die mit möglichst wenigen Transistoren auskommt und die dennoch die Anforderungen an die Performance erfüllt.

**[0008]** Die Forderung möglichst wenige Transistoren zu verwenden, rührt daher, dass sowohl die Photodioden als auch die Transistoren auf demselben Träger bzw. Substrat untergebracht sind, umso mehr Fläche von Transistoren eingenommen wird, umso geringer ist die Lichtausbeute der Photodiode. Dementsprechend geht die Lichtempfindlichkeit bzw. die Dunkelempfindlichkeit des Pixels zurück.

**[0009]** Um eine möglichst hohe Dynamik zu erreichen werden entweder mehr als eine Photodiode, typischerweise zwei Photodioden, verwendet oder es wird eine Dual Conversion Gain Ausleseschaltung eingesetzt.

**[0010]** Für Farbsensoren kann mittels Mehrfachnutzung der Transistoren (Transistors Sharing) in einem

Cluster mit vier Pixeln (bspw. nach dem Bayer-Muster, d.h. Rot, Grün, Blau, Grün) die Anzahl der Transistoren im Schnitt auf drei reduziert werden.

**[0011]** Aus der US 2004/0251394 A1 ist ein CMOS Pixel nach dem Oberbegriff der vorliegenden Erfindung bekannt.

## Offenbarung der Erfindung

**[0012]** Vor diesem Hintergrund wird vorliegend ein CMOS Pixel mit einer Dual Conversion Gain Ausleseschaltung, aufweisend mindestens eine erste Photodiode, eine Diffusionsregion mit einer ersten Kapazität zur Aufnahme einer Ladung von der mindestens einen ersten Photodiode, wobei die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, die Ladung der Diffusionsregion mittels eines ersten Verstärkungsfaktors und mittels eines zweiten Verstärkungsfaktors auszulesen, wobei der CMOS Pixel mindestens eine zweite Photodiode aufweist, wobei die Diffusionsregion ferner dazu ausgebildet ist eine Ladung von der mindestens einen zweiten Photodiode aufzunehmen und dass die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, die Ladung der Diffusionsregion mittels mindestens eines dritten Verstärkungsfaktors und mittels mindestens eines vierten Verstärkungsfaktors auszulesen.

**[0013]** Bei dem Pixel der vorliegenden Erfindung wird ein Split Pixel, d.h. ein Pixel mit mehr als einer Photodiode, typischerweise mit zwei Photodioden, mit einer Dual Conversion Gain Ausleseschaltung kombiniert.

**[0014]** Der Vorteil an dem Pixel der vorliegenden Erfindung ist, dass ein Pixel mit einerseits einer hohen Dynamik (> 140 dB) und einer guten Dunkelempfindlichkeit geschaffen wird.

**[0015]** Eine hohe Dynamik ist beispielsweise dann notwendig, wenn ein Bild aufzuzeichnen ist, das einen hohen Dunkelanteil und einen hohen Hellanteil aufweist. Eine typische Situation, in der ein solches Bild aufzuzeichnen ist, ist bei der Einfahrt in einen Tunnel am helllichten Tag.

**[0016]** In einer Ausführungsform des Pixels der vorliegenden Erfindung weist die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung des CMOS Pixels eine Dual Conversion Gain Kapazität auf, wobei die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, den zweiten Verstärkungsfaktor mittels der Dual Conversion Gain Kapazität zu bilden.

**[0017]** Typischerweise wird die Dual Conversion Gain Kapazität durch einen Dual Conversion Gain Kondensator bereitgestellt.

**[0018]** In einer vorteilhaften Ausführungsform des CMOS Pixel weisen die mindestens eine erste Pho-

todiode und die mindestens eine zweite Photodiode unterschiedliche Größen aufweisen.

**[0019]** Durch die unterschiedlichen Größen der Photodioden erhält man eine unterschiedliche Empfindlichkeit. Durch die Kombination der Signale der beiden Photodioden erhält man eine gesteigerte Dynamik.

**[0020]** In einer Variante dieser Ausführungsform ist die mindestens eine erste Photodiode kleiner ist, als die mindestens eine zweite Photodiode.

**[0021]** Die Dynamik wird umso größer, wenn der Größen- bzw. Flächenunterschied der Photodioden möglichst groß ist.

**[0022]** In einer konkreten Ausgestaltung hat sich ein Größen- bzw. Flächenverhältnis zwischen der mindestens eine ersten Photodiode und der mindestens einen zweiten Photodiode von 1:8 als vorteilhaft herausgestellt.

**[0023]** In einer Ausführungsform des Pixels weist die mindestens eine erste Photodiode eine erste Photodiodenkapazität und die mindestens eine zweite Photodiode eine zweite Photodiodenkapazität auf, wobei die erste Photodiodenkapazität kleiner ist als die zweite Photodiodenkapazität.

**[0024]** In einer konkreten Ausgestaltung hat sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die erste Photodiodenkapazität eine Kapazität von 5.000 e<sup>-</sup> (Elektronen) aufweist und die zweite Photodiodenkapazität eine Kapazität von 10.000 e<sup>-</sup> (Elektronen) aufweist.

**[0025]** In einer Ausführungsform des Pixels ist zwischen der Diffusionsregion und dem ersten Kondensator ein Schalter, insbesondere ein Transistor, angeordnet.

**[0026]** In einer vorteilhaften Ausführungsform ist die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung für die erste Photodiodenkapazität der mindestens einen ersten Photodiode ausgelegt.

**[0027]** Dadurch, dass die mindestens eine erste Photodiode und die mindestens eine zweite Photodiode unterschiedliche Größen bzw. Flächen haben, weisen die Photodioden auch unterschiedliche Photodiodenkapazitäten auf. Dadurch, dass die Dynamik des Pixels umso besser ist, umso größer der Größen- bzw. Flächenunterschied der mindestens einen ersten Photodioden zu der mindestens einen zweiten Photodiode ist, ist entsprechend der Unterschied der Photodiodenkapazitäten groß. Dies hätte zur Folge, dass zum Auslesen der Photodioden mittels der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung für die jeweiligen Photodiodenkapazitäten der Photodioden ausgelegte Ausleseschaltungen vorzusehen wären.

**[0028]** Durch die Auslegung der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung auf die kleinere der beiden Photodiodenkapazitäten ergibt sich der Vorteil, dass dieselbe Dual Conversion Gain Ausleseschaltung auch für die größere der beiden Photodiodenkapazitäten eingesetzt werden kann.

**[0029]** Dadurch lässt sich für den einzelnen Pixel die Anzahl der Transistoren verringern und in der Folge davon kann mehr Fläche des Pixels für die mindestens eine erste Photodiode und die mindestens eine zweite Photodiode vorgesehen werden. Dadurch verbessert sich die Dunkelempfindlichkeit des Pixels.

**[0030]** In einer vorteilhaften Ausführungsform des Pixels ist die mindestens eine erste Photodiode dazu ausgebildet, die erste Photodiodenkapazität der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung bereitzustellen und die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet, den mindestens einen dritten Verstärkungsfaktor mittels der ersten Kapazität oder der ersten Kapazität und der ersten Photodiodenkapazität zu bilden und den mindestens einen vierten Verstärkungsfaktor mittels der ersten Kapazität und der zweiten Kapazität oder der ersten Kapazität und der zweiten Kapazität und der ersten Photodiodenkapazität zu bilden.

**[0031]** In einer vorteilhaften Variante dieser Ausführungsform ist die erste Photodiode derart gestaltet, dass die erste Photodiodenkapazität und die erste Kapazität dazu geeignet sind, dass die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung für die mindestens eine zweite Photodiode ausgelegt ist.

**[0032]** Um ein Maximum zwischen Größen- bzw. Flächenverhältnis und Photodiodenkapazitätenverhältnis zwischen der mindestens einen ersten Photodiode und der mindestens einen zweiten Photodiode zu erreichen, wird der Siliziumprozess zur Herstellung der mindestens einen ersten Photodiode derart eingestellt, dass die Dotierung der mindestens einen ersten Photodiode zu einer möglichst hohe bzw. die gewünschte Photodiodenkapazität der ersten Photodiode führt.

**[0033]** Diese Variante bietet den Vorteil, dass, obwohl nur eine gemeinsame Dual Conversion Gain Ausleseschaltung für die mindestens eine erste Photodiode als auch die mindestens eine zweite Photodiode vorgesehen ist, dennoch eine für beide Photodioden bzw. Photodiodenkapazitäten optimal ausgelegte Auslesung erzielt werden kann.

**[0034]** In einer Ausführungsform des Pixels ist zwischen der mindestens einen ersten Photodiode und der Diffusionsregion ein zweiter Schalter, insbesondere ein Transistor, angeordnet.

**[0035]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Auslesen eines CMOS Pixels nach der vorliegenden Erfindung mit den Schritten:

- Auslesen der Ladung der mindestens einen ersten Photodiode von der Diffusionsregion mittels eines ersten Verstärkungsfaktors;
- Auslesen der Ladung der mindestens einen ersten Photodiode von der Diffusionsregion mittels eines zweiten Verstärkungsfaktors;
- Zurücksetzen der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung und der ersten Photodiode;
- Auslesen der Ladung der mindestens einen zweiten Photodiode von der Diffusionsregion mittels eines dritten Verstärkungsfaktors;
- Auslesen der Ladung der mindestens einen zweiten Photodiode von der Diffusionsregion mittels eines vierten Verstärkungsfaktors.

**[0036]** Dieser Aspekt der vorliegenden Erfindung ergibt sich aus der Erkenntnis, dass der jeweilige Verstärkungsfaktor von dem Verhältnis zwischen der auszulesenden Photodiodenkapazität und der Kapazität, mittels der die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung, die Photodiode ausliest, ergibt.

**[0037]** Dementsprechend ergibt sich auch dann ein anderer Verstärkungsfaktor, wenn zwar die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung die gleiche Kapazität bzw. die gleichen Kapazitäten verwendet, aber im Verhältnis dazu die auszulesende Photodiode eine andere Photodiodenkapazität aufweist.

**[0038]** In einer Ausführungsform des Verfahrens wird im Schritt des Auslesens mittels des zweiten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität und zweite Kapazität verwendet.

**[0039]** Diese Ausführungsform stellt zur Auslesung der ersten Photodiode einen zweiten Verstärkungsfaktor durch die Hinzunahme der zweiten Kapazität der Dual Conversion Gain Schaltung.

**[0040]** In einer Ausführungsform des Verfahrens werden im Schritt des Auslesens mittels des dritten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität oder die zweite Kapazität und die erste Photodiodenkapazität verwendet.

**[0041]** In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens werden im Schritt des Auslesens mittels des vierten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität und zweite Kapazität oder die erste Kapazität und zweite Kapazität und die erste Photodiodenkapazität verwendet.

**[0042]** Wird die mindestens eine zweite Photodiode mit der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung ausgelesen, die für die mindestens eine erste Photodiode ausgelegt ist, dann führt dies zu einem beson-

ders starken Verstärkungsfaktor. Somit können auch besonders lichtschwache Objekte über den Pixel erfasst werden.

**[0043]** Durch das Hinzunehmen der Photodiodenkapazität der mindestens einen ersten Photodiode wird die Ausleseschaltung derart verstimmt, dass die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung, die für die mindestens eine erste Photodiode ausgelegt ist, dann für die mindestens eine zweite Photodiode ausgelegt ist. Diese Ausführungsform basiert auf der Erkenntnis, dass die mindestens eine erste Photodiode ihre Photodiodenkapazität der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung zur Verfügung stellen kann, um ein Verhältnis zwischen der Photodiodenkapazität der mindestens einen zweiten Photodiode und der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung zu schaffen, das optimal für die Auslesung der zweiten Photodiode ist.

**[0044]** Ein besonders gutes Ergebnis wird dabei erreicht, wenn die Photodiodenkapazität der mindestens einen ersten Photodiode so gewählt wird, dass im Zusammenspiel mit der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung eine Kapazität auf Seiten der Ausleseschaltung entsteht, die optimal für die Auslesung der mindestens einen zweiten Photodiodenkapazität ist.

**[0045]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung anhand von Figuren dargestellt und erläutert. Es zeigen:

**[0046]** Fig. 1 einen CMOS Pixel mit vier Transistoren ohne Dual Conversion Gain Ausleseschaltung gemäß dem Stand der Technik;

**[0047]** Fig. 2 einen CMOS Pixel mit Dual Conversion Gain Ausleseschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0048]** Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Auslesen eines CMOS Pixels gemäß der vorliegenden Erfindung

**[0049]** Fig. 1 zeigt einen CMOS Pixel mit vier Transistoren gemäß dem Stand der Technik. Der CMOS Pixel weist eine Photodiode PD und eine Diffusionsregion FD mit einer zugehörigen Kapazität  $C_{FD}$  auf. Zwischen der Diffusionsregion FD und der Photodiode PD ist ein Transistor als Transfer Gate  $T_X$  angeordnet. Über das Transfer Gate  $T_X$  wird die Ladung der Photodiode PD zum Auslesen an die Diffusionsregion FD übertragen. Zwischen der Diffusionsregion FD und der Spannungsversorgung  $V_{AA\_PIX}$  des Pixels ist ein Transistor als Rücksetztransistor (Reset Transistor)  $T_R$  angeordnet, um den Pixel zurückzusetzen. Zwischen der Spannungsversorgung  $V_{AA\_PIX}$  und der Masse sind zwei Transistoren als Source Follower Transistor  $T_{SF}$  zur Verstärkung und als Row Select Transistor  $T_{RS}$  zur Auswahl der auszulesenden Pixel-

reihe bspw. im Rolling Shutter Betrieb eines CMOS Bildsensors bestehend aus CMOS Pixeln, angeordnet.

**[0050]** Über den Spannungspunkt  $V_{OUT}$  kann die über den Pixel erfasste elektromagnetische Strahlung, typischerweise Licht vom ultravioletten bis zum Infraroten Bereich als durch einen Spannungswert repräsentierte Größe ausgelesen werden.

**[0051]** Die so erfasste elektromagnetische Strahlung wird dann einer Nachbearbeitung zugeführt. Typischerweise einer Digitalisierungsschaltung und einer nachfolgenden Verarbeitung zur Bereitstellung einer Bildinformation.

**[0052]** Fig. 2 zeigt einen CMOS Pixel mit einer Dual Conversion Gain Ausleseschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung. Gleiche oder gleichwirkende Element sind mit dem gleichen oder ähnlichem Bezugszeichen gekennzeichnet. Der dargestellte Pixel umfasst eine erste Photodiode PD1 und eine zweite Photodioden PD2. Die beiden Photodioden PD1, PD2 sind einer gemeinsamen Diffusionsregion FD zugeordnet. Jeder Photodiode PD1, PD2 ist ein jeweiliger Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$ ,  $T_{X2}$  zugeordnet. Über die Transfertgate Transistoren  $T_{X1}$ ,  $T_{X2}$  sind die Photodioden PD1, PD2 bzw. die Photodiodenkapazitäten mit der Diffusionsregion FD verbindbar.

**[0053]** In Fig. 2 nicht dargestellt, aber dennoch vorhanden ist die Kapazität  $C_{FD}$  der Diffusionsregion FD.

**[0054]** Neben den schon in Fig. 1 beschriebenen Elementen umfasst der dargestellte Pixel eine Dual Conversion Gain Ausleseschaltung, die mindestens einen ersten Verstärkungsfaktor und einen zweiten Verstärkungsfaktor bildet. Die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung besteht aus einem Transistor als Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$ , der zwischen der Diffusionsregion FD und der ebenfalls zu der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung zugeordneten Kapazität  $C_{DCG}$  angeordnet ist. Die Dual Conversion Gain Kapazität  $C_{DCG}$  wird im dargestellten CMOS Pixel als Kondensator bereitgestellt, der zwischen dem Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$  und der Masse angeordnet ist.

**[0055]** Nicht in der Fig. 2 dargestellt, aber zu der dargestellten Ausführungsform des CMOS Pixels gemäß der vorliegenden Erfindung gehörend, sind die aufeinander ausgelegten Kapazitäten der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung und der beiden Photodioden PD1, PD2.

**[0056]** Gemäß einer Ausführungsform ist die Größe bzw. die Fläche der ersten Photodiode PD1 im Verhältnis 1:8 kleiner als die Größe bzw. die Fläche der zweiten Photodiode PD2. Dementsprechend weist die erste Photodiode PD1 eine geringere Pho-

todiodenkapazität auf. Durch eine entsprechende Anpassung des Siliziumprozesses zur Herstellung der Photodioden PD1, PD2 kann erreicht werden, dass die Photodiodenkapazität der ersten Photodiode PD1 5.000 e<sup>-</sup> (Elektronen) und die Photodiodenkapazität der zweiten Photodiode PD2 10.000 e<sup>-</sup> beträgt, d.h. das Verhältnis der Photodiodenkapazitäten beträgt 1:2. Die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung ist für die Photodiodenkapazität der erste Photodiode PD1 ausgelegt und stellt für die Auslesung der Ladung der erste Photodiode PD1 einen starken Verstärkungsfaktor (high Conversation Gain) und einen schwachen Verstärkungsfaktor (low Conversation Gain) bereit.

**[0057]** Da die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung für die erste Photodiode ausgelegt ist, sind die Verstärkungsfaktoren für die Auslesung der zweiten Photodiode nicht zwingend optimal.

**[0058]** Die vorliegende Erfindung basiert nun darauf, dass zur Auslesung der zweiten Photodiode PD2 die optimierte Photodiodenkapazität der ersten Photodiode PD1 von der Dual Conversion Gain Ausleseschaltung genutzt werden kann.

**[0059]** Dazu wird nach dem Auslesen der ersten Photodiode PD1, die Photodiode PD1 über den Rücksetztransistor  $T_R$  zurückgesetzt. Für das Auslesen der zweiten Photodiode PD2 wird allerdings das Transfer Gate  $T_{X1}$  der ersten Photodiode nicht geschlossen, d.h. nicht auf nicht leitend gesetzt, sondern bleibt weiterhin geöffnet, d.h. auf leitend gesetzt.

**[0060]** Dies ist unter anderem deshalb möglich, da im Vergleich zur Belichtungszeit der Photodioden der Auslesevorgang sehr kurz ausfällt und daher die Belichtung der erste Photodiode PD1 während dem Auslesen der zweiten Photodiode PD2 nicht negativ bzw. verfälschend ins Gewicht fällt. Dies wird auch durch den maximierten Größenunterschied zwischen der ersten Photodiode PD1 und der zweiten Photodiode PD2 unterstützt.

**[0061]** Durch das CMOS Pixel der dargestellten Ausführungsform ist es möglich die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung zum Auslesen der zweiten Photodiode PD2 mittels der Photodiodenkapazität der ersten Photodiode PD1 um einen Faktor 2 zu verstimmen, um die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung für die zweite Photodiode PD2 auszugleichen.

**[0062]** Die vorstehend angegeben Größen- bzw. Flächenverhältnisse und Kapazitätenverhältnisse sind eine mögliche Ausführungsform des CMOS Pixels gemäß der vorliegenden Erfindung. Je nach Anwendungsgebiet sind auch andere Größen- bzw. Flächenverhältnisse und Kapazitätenverhältnisse möglich.

**[0063]** Es ist darüber hinaus auch möglich und gegebenenfalls sogar gewünscht, dass die Photodiodekapazität der ersten Photodiode PD1 nicht beim Auslesen der zweiten Photodiode PD2 berücksichtigt wird. Dann wird die auf die erste Photodiode PD1 ausgelegte Dual Conversion Gain Ausleseschaltung zur Auslesung der zweiten Photodiode PD2 herangezogen. Dies führt zu extremen Verstärkungsfaktoren, die als ultra low und ultra high Conversion Gains bezeichnet werden können.

**[0064]** Fig. 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum Auslesen eines CMOS Pixels gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0065]** In Schritt 301 wird die erste Photodiode PD1 mit einem ersten Verstärkungsfaktor ausgelesen. Dazu kann mit Bezug zu Fig. 2 der Rücksetztransistor  $T_R$ , der Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$  sowie der Transfer Gate Transistor  $T_{X2}$  der zweiten Photodiode geschlossen sein. Der Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$  der ersten Photodiode ist entsprechend geöffnet.

**[0066]** In Schritt 302 wird die erste Photodiode PD1 mit einem zweiten Verstärkungsfaktor ausgelesen. Dazu kann mit Bezug zu Fig. 2 der Rücksetztransistor  $T_R$  sowie der Transfer Gate Transistor  $T_{X2}$  der zweiten Photodiode geschlossen sein. Der Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$  der ersten Photodiode und der Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$  sind entsprechend geöffnet.

**[0067]** In Schritt 303 werden die erste Photodiode PD1 und die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung zurückgesetzt. Dazu werden der Rücksetztransistor  $T_R$ , der Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$  sowie der Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$  der ersten Photodiode PD1 geöffnet. Der Transfer Gate Transistor  $T_{X2}$  der zweiten Photodiode PD2 ist geschlossen.

**[0068]** In Schritt 304 wird die zweite Photodiode PD2 mit einem dritten Verstärkungsfaktor ausgelesen. Dazu kann mit Bezug zu Fig. 2 der Rücksetztransistor  $T_R$ , der Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$  geschlossen sein. Die Transfer Gate Transistoren  $T_{X1}$ ,  $T_{X2}$  der ersten und der zweiten Photodiode PD1, PD2 ist entsprechend geöffnet. Dadurch wird ein starker Verstärkungsfaktor (high Conversion Gain) für die Auslesung der zweiten Photodiode PD2 erzielt. Alternative kann auch der Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$  der ersten Photodiode PD1 geschlossen sein. Dadurch wird ein extrem starker Verstärkungsfaktor (ultra high Conversion Gain) erzielt.

**[0069]** In Schritt 305 wird die zweite Photodiode PD2 mit einem vierten Verstärkungsfaktor ausgelesen. Dazu kann mit Bezug zu Fig. 2 der Rücksetztransistor geschlossen sein. Der Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$  der ersten Photodiode und der Transfer Gate Transistor  $T_{X2}$  der zweiten Photodiode sowie

der Dual Conversion Gain Transistor  $T_{DCG}$  sind entsprechend geöffnet. Dadurch wird ein extrem schwacher Verstärkungsfaktor (ultra low Conversion Gain) für die Auslesung der zweiten Photodiode PD2 erzielt. Alternative kann auch der Transfer Gate Transistor  $T_{X1}$  der ersten Photodiode PD1 geschlossen sein. Dadurch wird ein schwacher Verstärkungsfaktor (low Conversion Gain) erzielt.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2004/0251394 A1 [0011]

## Patentansprüche

1. CMOS Pixel mit einer Dual Conversation Gain Ausleseschaltung, aufweisend mindestens eine erste Photodiode (PD1), eine Diffusionsregion (FD) mit einer ersten Kapazität ( $C_{FD}$ ) zur Aufnahme einer Ladung von der mindestens einen ersten Photodiode (PD1), wobei die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, die Ladung der Diffusionsregion (FD) mittels eines ersten Verstärkungsfaktors und mittels eines zweiten Verstärkungsfaktors auszulesen, **dadurch gekennzeichnet**, dass der CMOS Pixel mindestens eine zweite Photodiode (PD2) aufweist, wobei die Diffusionsregion (FD) ferner dazu ausgebildet ist eine Ladung von der mindestens einen zweiten Photodiode (PD2) aufzunehmen und dass die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, die Ladung der Diffusionsregion (FD) mittels mindestens eines dritten Verstärkungsfaktors und mindestens eines vierten Verstärkungsfaktors auszulesen.

2. CMOS Pixel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung eine zweite Kapazität ( $C_{DCG}$ ) aufweist, insbesondere durch einen Kondensator, wobei die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, den zweiten Verstärkungsfaktor mittels der zweiten Kapazität ( $C_{DCG}$ ) zu bilden.

3. CMOS Pixel nach Anspruch 2, wobei zwischen der Diffusionsregion und dem Kondensator ein Schalter, insbesondere ein Transistor ( $T_{DCG}$ ), angeordnet ist.

4. CMOS Pixel nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die mindestens eine erste Photodiode (PD1) und die mindestens eine zweite Photodiode (PD2) unterschiedliche Größen aufweisen, insbesondere wobei die mindestens eine erste Photodiode (PD1) kleiner ist, als die mindestens eine zweite Photodiode (PD2).

5. CMOS Pixel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die mindestens eine erste Photodiode (PD1) eine erste Photodiodenkapazität aufweist und die mindestens eine zweite Photodiode (PD2) eine zweite Photodiodenkapazität aufweist, wobei die erste Photodiodenkapazität kleiner ist als die zweite Photodiodenkapazität.

6. CMOS Pixel nach Anspruch 5, wobei die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung für die erste Photodiodenkapazität der mindestens eine erste Photodiode (PD1) ausgebildet ist.

7. CMOS Pixel nach Anspruch 5 oder 6, wobei die mindestens eine erste Photodiode (PD1) dazu ausgebildet ist, die erste Photodiodenkapazität der Dual Conversation Gain Ausleseschaltung bereitzustellen,

wobei die Dual Conversion Gain Ausleseschaltung dazu ausgebildet ist, den mindestens einen dritten Verstärkungsfaktor mittels der ersten Kapazität ( $C_{FD}$ ) oder der ersten Kapazität ( $C_{FD}$ ) und der ersten Photodiodenkapazität zu bilden und den mindestens einen vierten Verstärkungsfaktor mittels der ersten Kapazität ( $C_{FD}$ ) und der zweiten Kapazität ( $C_{DCG}$ ) oder der ersten Kapazität ( $C_{FD}$ ) und der zweiten Kapazität ( $C_{DCG}$ ) und der ersten Photodiodenkapazität zu bilden, insbesondere wobei die erste Photodiode (PD1) derart gestaltet ist, dass die erste Photodiodenkapazität und die erste Kapazität ( $C_{FD}$ ) dazu geeignet sind, dass die Dual Conversation Gain Ausleseschaltung für die mindestens eine zweite Photodiode (PD2) ausgebildet ist.

8. CMOS Pixel nach Anspruch 7, wobei zwischen der mindestens einen ersten Photodiode (PD1) und der Diffusionsregion (FD) ein zweiter Schalter, insbesondere ein Transistor ( $T_{X1}$ ), angeordnet ist.

9. Bildsensor aufweisend einen CMOS Pixel nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

10. Kamera aufweisend einen Bildsensor nach Anspruch 9.

11. Verfahren zum Auslesen eines CMOS Pixels nach einem der vorhergehenden Ansprüche mittels der Dual Conversation Gain Schaltung mit den Schritten:

- Auslesen der Ladung der mindestens einen ersten Photodiode (PD1) von der Diffusionsregion (FD) mittels eines ersten Verstärkungsfaktors
- Auslesen der Ladung der mindestens einen ersten Photodiode (PD1) von der Diffusionsregion (FD) mittels eines zweiten Verstärkungsfaktors
- Zurücksetzen der Dual Conversation Gain Ausleseschaltung und der ersten Photodiode (PD1)
- Auslesen der Ladung der mindestens einen zweiten Photodiode (PD2) von der Diffusionsregion (FD) mittels eines dritten Verstärkungsfaktors
- Auslesen der Ladung der mindestens einen zweiten Photodiode (PD2) von der Diffusionsregion (FD) mittels eines vierten Verstärkungsfaktors.

12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei im Schritt des Auslesens mittels des ersten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität ( $C_{FD}$ ) verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei im Schritt des Auslesens mittels des zweiten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität ( $C_{FD}$ ) und die zweite Kapazität ( $C_{DCG}$ ) verwendet werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei im Schritt des Auslesens mittels des dritten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität

tät ( $C_{FD}$ ) oder die erste Kapazität ( $C_{FD}$ ) und die erste Photodiodenkapazität verwendet werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei im Schritt des Auslesens mittels des vierten Verstärkungsfaktors zum Auslesen die erste Kapazität ( $C_{FD}$ ) und die zweite Kapazität ( $C_{DCG}$ ) oder die erste Kapazität ( $C_{FD}$ ) und die zweite Kapazität ( $C_{DCG}$ ) und die erste Photodiodenkapazität verwendet werden.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

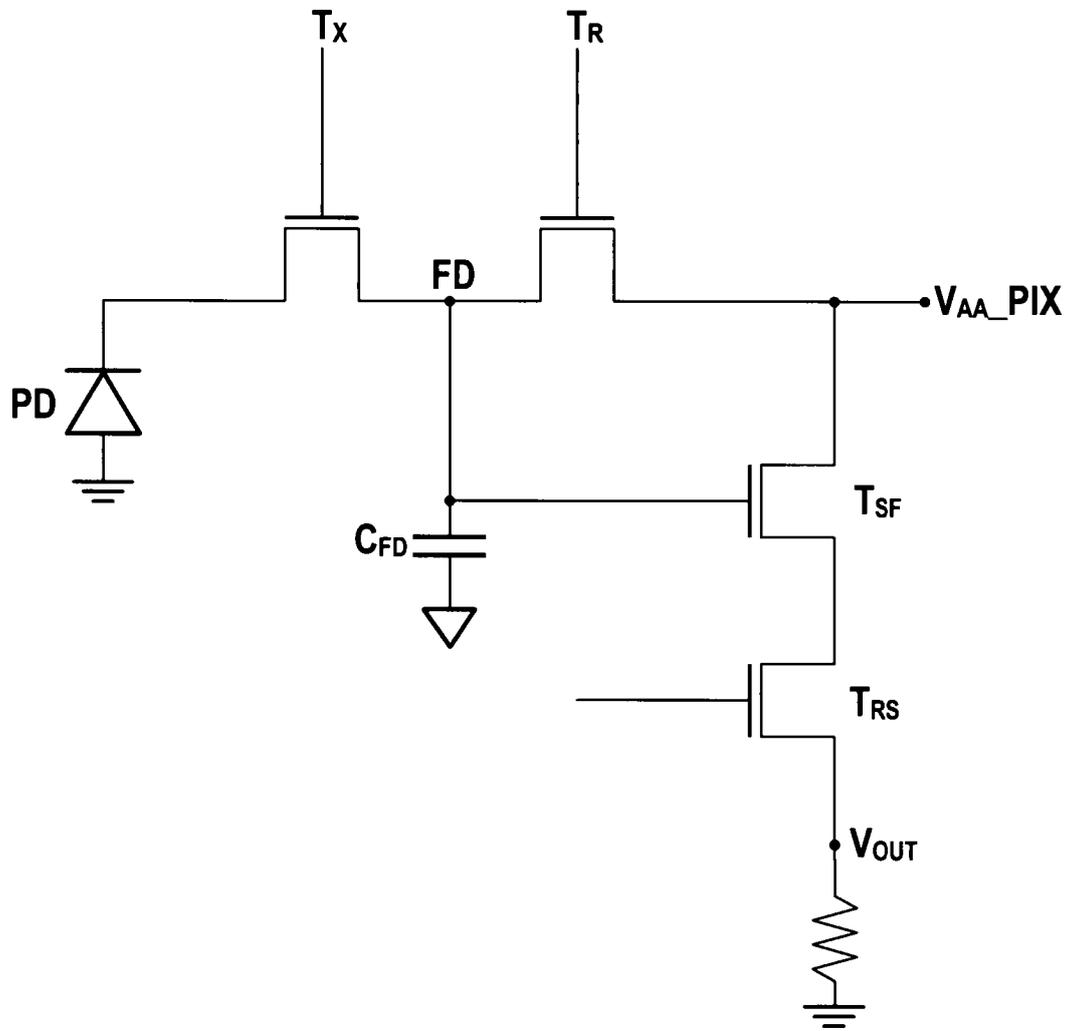


Fig. 1

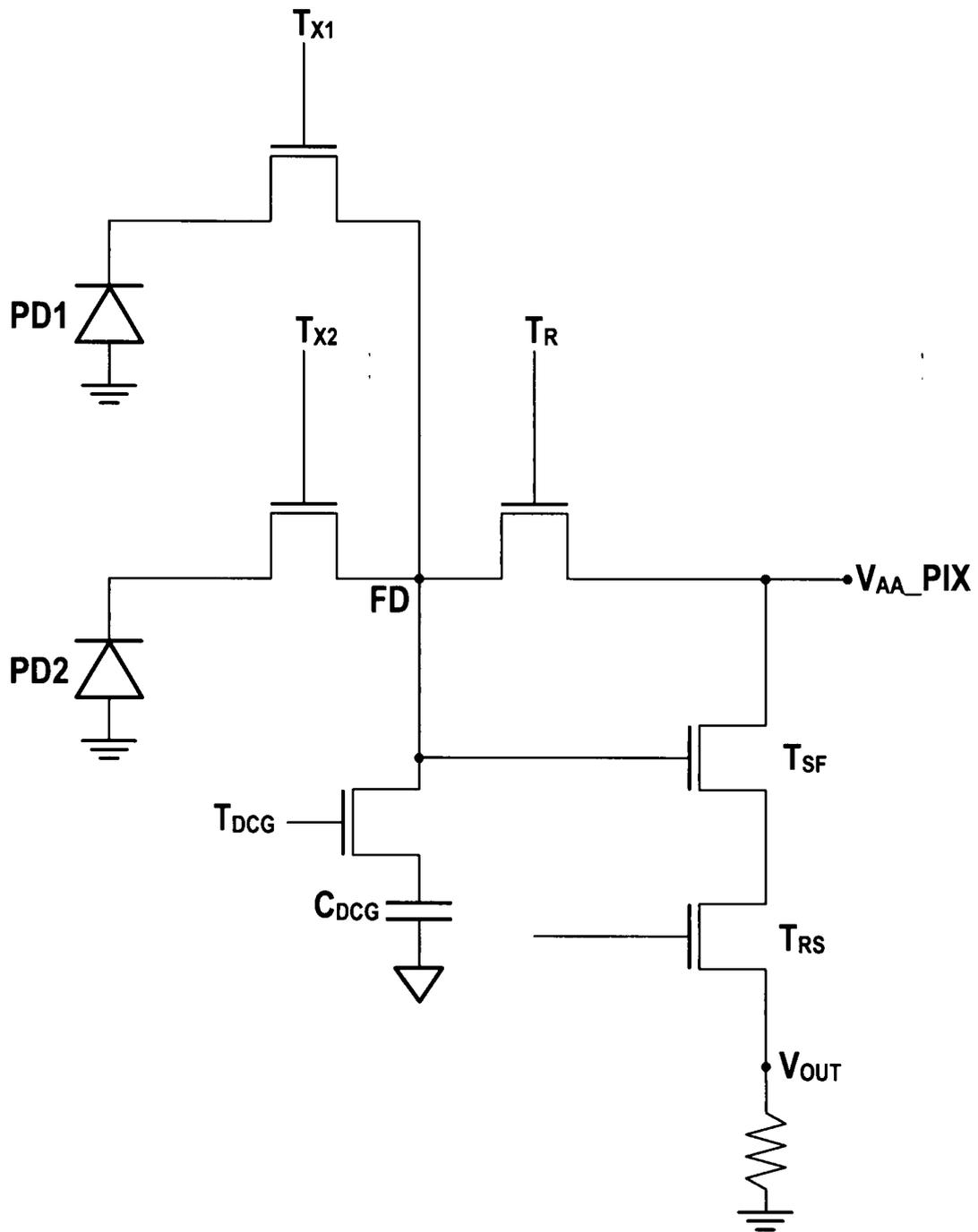
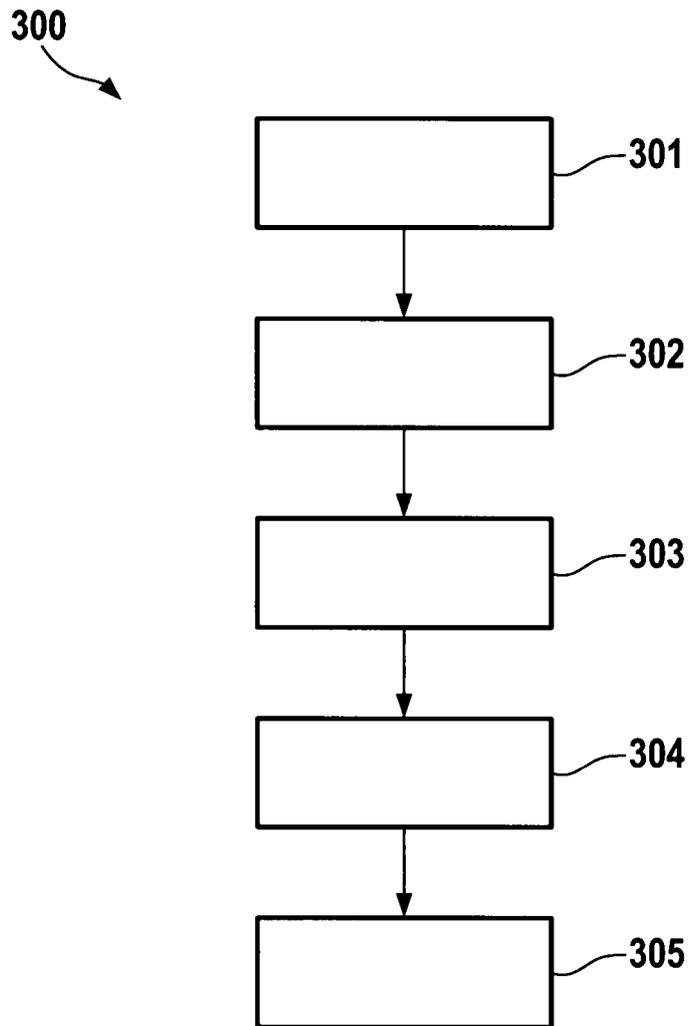


Fig. 2



**Fig. 3**