

(51) Int. Cl. : **H04N 3/15** (2006.01)  
**H04N 5/335** (2011.01)  
**H01L 27/148** (2006.01)

(73) Patentinhaber:  
AUSTRIAN RESEARCH CENTERS  
GMBH - ARC  
1220 WIEN (AT)

(72) Erfinder:  
BODENSTORFER ERNST DIPL.ING. DR.  
BRUNN AM GEBIRGE (AT)  
MAYER KONRAD DIPL.ING.  
WIEN (AT)  
HEISS DOROTHEA DIPL.ING.  
WIEN (AT)  
FÜRTLER JOHANNES DIPL.ING.  
DÜRNSTEIN (AT)

(57) Verfahren und Schaltung zur Aufnahme eines relativ zu einer Bildaufnahmeeinheit bewegten Referenzgegenstands, wobei die Bildaufnahmeeinheit Pixel (22) sowie Akkumulatorelemente (3) umfasst, wobei die entsprechende Zuordnung frei festlegbar ist und abänderbar ist und wobei das aufgezeichnete Bild in Form von Helligkeitssignalen vorliegt, welche in den Akkumulatorelementen (3) abgespeichert sind, wobei die Kamera abgedunkelt bzw. der Lichteinfall auf die Pixel (22) verhindert wird und anschließend im abgedunkelten Zustand mittels eines kombinierten CDS-TDI-Verfahrens eine Serie umfassend eine vorgegebene Anzahl von Aufnahmen aufgezeichnet wird, anschließend mittels eines TDI-Verfahrens eine Serie umfassend eine vorgegebene Anzahl von Aufnahmen aufgezeichnet wird, jeweils für beide Serien von Aufnahmen pixelweise die Standardabweichung der Helligkeitssignale bestimmt wird und gewichtet wird, wobei durch Mittelung der so erhaltenen Werte einer Serie ein Maß für das Rauschen bestimmt wird, die für beide Serien ermittelten Maße für das Rauschen verglichen werden, und zur Aufzeichnung weiterer Bilder das Verfahren verwendet wird, welchem das kleinere Maß für das Rauschen zugeordnet ist.

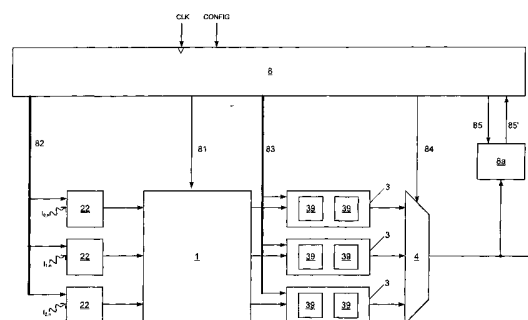


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 sowie eine Schaltung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 9.

**[0002]** Als Schaltung wird in diesem Zusammenhang jede festverdrahtete oder programmierte Analog- oder Digitalschaltung verstanden, welche entweder als Verschaltung mehrerer analoger Bauteile oder als integrierte Schaltung gefertigt sein kann.

**[0003]** Als Bildsensoren werden gleichermaßen Flächensensoren und Zeilensensoren verstanden, auf welchen einzelne Pixel nebeneinander oder aber auf einer Fläche angeordnet sind.

**[0004]** Erfindungsgemäße Schaltungen und Verfahren können insbesondere für die Bildaufnahme, vorzugsweise für eine automatisierte Überwachung bewegter Gegenstände, verwendet werden.

**[0005]** Eine große Herausforderung bei Hochgeschwindigkeitszeilenkameras stellt die kurze zur Verfügung stehende Belichtungszeit dar, die zu geringen Signalpegeln führt, da die Stärke der Beleuchtung fertigungsbedingt begrenzt ist. Ein wichtiges Design-Ziel einer Hochgeschwindigkeitszeilenkamera ist daher, das Bildrauschen möglichst klein zu halten, damit die Bildqualität auch bei den kleinen zur Verfügung stehenden Lichtmengen einigermaßen erhalten bleibt. Eine typische Anwendung von Hochgeschwindigkeitszeilenkameras stellt die optische Qualitätsinspektion bei industriellen Produktionsprozessen z.B. Banknoten dar. Solche Anwendungen fordern im Allgemeinen einerseits einen möglichst hohen Durchsatz und andererseits eine möglichst feine Auflösung. Beide Forderungen zielen auf eine möglichst hohe Abtastrate der Zeilen oder Zeilenrate der Kamera ab. Der Möglichkeit, die Lichtintensität der Beleuchtung zu steigern, sind im Allgemeinen Grenzen gesetzt, sodass die Verkürzung der Belichtungszeit bei Hochgeschwindigkeitskameras oft nicht durch eine stärkere Beleuchtung kompensiert werden kann.

**[0006]** Zur Aufnahme von Gegenständen, welche gegenüber der Bildaufnahmeeinheit eine weitestgehend gleichmäßige Relativbewegung vollführen, wird vorzugsweise das TDI-Verfahren angewendet. Bei diesem Verfahren werden Pixelsignalwerte, welche denselben Gegenstandsbereich darstellen, jedoch zu unterschiedlichen Zeiten und mit unterschiedlichen Pixeln aufgenommen worden sind, akkumuliert bzw. zeitlich integriert.

**[0007]** Ferner ist für die Aufnahme unbewegter Bilder nach dem Stand der Technik eine Rauschkompensation, auch "correlated double sampling (CDS) genannt, bekannt. Durch Messung eines entsprechenden Pixel-Signals vor und nach der Belichtung kann der rauschbedingte Fehler weitestgehend eliminiert bzw. herausgerechnet werden.

**[0008]** Ein Ansatz nach dem Stand der Technik besteht darin, die Responsivität der lichtempfindlichen Elemente des Zeilen- oder Flächensensors so groß wie möglich zu machen, damit bereits ein kleines Lichteingangssignal umgesetzt wird in ein möglichst großes elektrisches Signal. Damit wirken sich alle Störeffekte in der nachgeschalteten elektrischen Signalverarbeitung (Rauschen, Einkopplungen, Nichtlinearitäten, ...) prozentuell weniger stark auf das Sensorausgangssignal aus. Oder anders ausgedrückt, die bis zu einem gewissen Grade unvermeidlichen Störsignale in der Signalverarbeitung entsprechen - auf den Sensor-Eingang rückgerechnet - einer kleineren Lichtmenge. Dadurch wird der Sensor „empfindlicher“, wodurch kleinere Lichtmengen vom Rauschen unterschieden werden können. Der Nachteil dieses Ansatzes besteht darin, dass eine Steigerung der Responsivität meist nur durch Wahl einer anderen Halbleiterfertigungstechnologie möglich ist, was oft zu teuer ist (z.B. ein rückseitenbeleuchteter Prozess).

**[0009]** Weitere Ansätze, das eingangsbezogene Rauschen zu reduzieren, zielen direkt auf das Rauschen ab. Zumeist wird versucht, den dominanten Rauschterm zu reduzieren.

**[0010]** Bei langen Belichtungszeiten ist das oft das Dunkelstromrauschen, weshalb Sensoren für Kameras mit langen Belichtungszeiten oft stark unter die Umgebungstemperatur gekühlt

werden (das Dunkelstromrauschen steigt mit der Temperatur sehr stark an). Bei Hochgeschwindigkeitskameras spielt das Dunkelstromrauschen wegen der kurzen Belichtungszeit meist nur eine untergeordnete Rolle.

**[0011]** Bei kurzen Belichtungszeiten stellt sich in vielen Fällen das thermische Rauschen des Reset-Transistors als dominanter Rauschterm heraus. Dieser Rauschterm lässt sich fast vollständig mit dem Correlated Double Sampling (CDS) Verfahren eliminieren. Das thermische Rauschen des Reset-Transistors verfälscht den Startwert der Spannung an der Photodiode am Beginn der Belichtung durch einen statistischen Fehler, der aber für die Zeitdauer der Belichtung eingefroren wird, wodurch auch die Spannung an der Photodiode am Ende der Belichtung um denselben Fehlerbetrag verfälscht ist. Durch das CDS-Verfahren wird bereits der Startwert der Spannung und damit der statistische Fehler erfasst. Dieser kann am Ende der Belichtung vom Spannungsendwert subtrahiert werden. Dadurch wird das thermische Rauschen während des Rücksetzvorgangs für die nachfolgenden Signalverarbeitungsstufen eliminiert. Weiters werden alle niederfrequenten Störquellen vor der CDS-Schaltung unterdrückt und konstante Offsetfehler sogar bis zu 100% unterdrückt. Das CDS-Verfahren hat allerdings den Nachteil, dass die Startwerte der Pixelspannungen ausgelesen und über die gesamte Belichtungszeit gespeichert werden müssen, wofür für jedes Pixel ein separates Speicherelement notwendig ist. Das hat dazu geführt, dass CDS-Flächensensoren teuer sind und daher selten angewendet werden.

**[0012]** Eine Methode, welche bei Zeilen- und Flächensensoren Anwendung findet ist Time Delay Integration (TDI), welche die translatorische Bewegung des Objektes ausnützt, indem jeder Objektpunkt mehrfach aufgenommen wird, was einer Verlängerung der Belichtungszeit gleichkommt. Dadurch werden sowohl die Signalstärke, als auch das Rauschen erhöht. Der Gewinn besteht darin, dass durch die Akkumulation das Signal im Verhältnis zum Rauschen stärker ansteigt. TDI ist somit eine weitere bekannte Methode zur Verringerung des eingangsbezogenen Rauschens, die bevorzugt im Bereich der industriellen Bildverarbeitung verwendet wird. Besonders geeignet ist diese Methode für die Erfassung schnell bewegter Objekte, die mit hoher Auflösung aufgezeichnet werden müssen. Hervorragend einsetzbar ist TDI auch bei geringen Lichtverhältnissen. Im TDI-Modus erfassen Bildsensoren klare Bilder sich schnell bewegnender Objekte, indem die gespeicherten Helligkeitswerte mehrerer Zeilen entsprechend der Bewegung des aufgenommenen Gegenstandes aufakkumuliert werden. Wenn sich in einem Aufnahmetakt eine Gegenstandszeile um genau eine Sensorzeile weiterbewegt, so kann jede Gegenstandszeile in aufeinander folgenden Aufnahmetakten mehrfach aufgenommen werden. Werden in jedem Aufnahmetakt beispielsweise 128 Zeilen aufgenommen, so wird jede Gegenstandszeile in 128 aufeinanderfolgenden Aufnahmetakten insgesamt 128 Mal aufgenommen, und das führt zu einer etwa 128 Mal höheren Signalstärke als dies bei herkömmlichen Sensoren der Fall ist.

**[0013]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schaltung und ein Verfahren, insbesondere für Flächensensoren von Bildaufnahmeeinrichtungen, vorzugsweise Kameras, zu entwickeln, welche die Vorteile der Zeitintegration einzelner Pixelsignalwerte (TDI) sowie der Rauschkompensation (CDS) vereinigen. Weiters soll der Aufbau der Schaltung möglichst wenig Leistung und Chipfläche verbrauchen, um den, insbesondere auf dem Trägersubstrat des Chips befindlichen, verbleibenden Platz für die fotoempfindlichen Dioden der einzelnen Pixel frei zu halten. Der Schaltungsaufbau sollte ferner möglichst fehlertolerant mit geringer Ausschussrate produzierbar sein und vorzugsweise mit konventionellen mikroelektronischen Fertigungsmechanismen auskommen, z.B. mit einem CMOS-Prozess fertigbar sein. Derartige Schaltungen werden vorteilhafterweise in Bildsensoren eingesetzt, welche ihrerseits für Bildaufnahmeeinheiten eingesetzt werden.

**[0014]** Die Erfindung löst diese Aufgabe mit einem Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie mit einer Schaltung gemäß Anspruch 9.

**[0015]** Mit den Merkmalen des erfindungsgemäßen Verfahrens können die Zeitintegration TDI einzelner Pixelsignalwerte sowie eine Rauschkompensation CDS gleichzeitig vorgenommen

werden. Ein derartiges Verfahren ist einfach zu implementieren, wobei die vom Verfahren benötigte Zeit zur Durchführung etwa der Zeit zur Durchführung eines konventionellen TDI-Verfahrens entspricht. Der Vorteil besteht ferner darin, dass durch die Kombination von CDS und TDI eine besonders effiziente Reduktion des Rauschens möglich ist.

**[0016]** Jedes einzelne Verfahren für sich kann das Rauschen nur in einem begrenzten Maße sinnvoll reduzieren. Da CDS gezielt das Reset-Rauschen eliminiert, ist der Gewinn von CDS abhängig vom Anteil des Reset-Rauschens am Gesamtrauschen und umso größer, je größer dieser Anteil ist. Die Möglichkeiten von CDS sind damit aber limitiert. Etwas anders verhält es sich bei TDI, das das eingangsbezogene Rauschen proportional zur Wurzel der Anzahl der TDI-Stufen verringert. Damit kann zwar theoretisch das Rauschen beliebig klein gemacht werden, allerdings nur mit hohem Aufwand.

**[0017]** Ein Rechenbeispiel mit der Annahme, dass durch CDS das Rauschen halbiert werden kann: TDI mit  $N$  Akkumulationen und CDS reduziert das Rauschen auf  $\frac{1}{2\sqrt{N}}$  des Wertes ohne TDI und ohne CDS. TDI mit  $2N$  Akkumulationen, dafür kein CDS, reduziert das Rauschen auf  $\frac{1}{\sqrt{2N}}$  des Wertes ohne TDI und ohne CDS, was um den Faktor Wurzel aus 2 mehr (ungünstiger) ist. Folglich erreicht man mit der Kombination von CDS und TDI bei gleichem Aufwand ein besseres Rauschverhalten.

**[0018]** Mit den Merkmalen des erfindungsgemäßen Verfahrens können die Zeitintegration einzelner Pixelsignalwerte (TDI) sowie eine Rauschkompensation (CDS) gleichzeitig vorgenommen werden. Ferner kann durch die Auswahl des optimalen Verfahrens eine verbesserte Bildqualität durch niedrigeres Rauschen erzielt werden. Die Kalibrierung kann schnell und einfach mit einer zusätzlichen Einheit vorgenommen werden.

**[0019]** Ein Verfahren nach Anspruch 2 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung eines kombinierten CDS-TDI-Verfahrens.

**[0020]** Ein Verfahren nach Anspruch 3 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung eines TDI-Verfahrens.

**[0021]** Mit einem Verfahren nach Anspruch 4 wird eine einheitliche Helligkeit der einzelnen mit den Pixeln aufgenommenen Bildpunkten erreicht.

**[0022]** Mit einem Verfahren nach Anspruch 5 werden längere Belichtungszeiten pro Pixel bzw. höhere Geschwindigkeit des Verfahrens sowie eine stufenweise Parallelisierung des Belichtungsvorgangs erzielt.

**[0023]** Mit den Merkmalen der Ansprüche 6, 7 und 8 wird eine einfache Zuordnung zwischen Pixeln und Akkumulatorelementen bzw. eine Änderung der Zuordnung für das TDI-Verfahren gewährleistet.

**[0024]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 9 wird erreicht, dass die Zeitintegration einzelner Pixelsignalwerte (TDI) sowie eine Rauschkompensation (CDS) gleichzeitig mit einer einzigen Schaltung vorgenommen werden kann.

**[0025]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 10 wird die Anzahl der für eine Spalte benötigten Leitungen reduziert.

**[0026]** Mit den Merkmalen der Ansprüche 11 und 12 werden besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Akkumulatorelemente beschrieben.

**[0027]** Die Merkmale des Anspruchs 13 beschreiben einen besonders einfachen Aufbau einer Auswahlerschaltung.

**[0028]** Die Merkmale des Anspruchs 14 ermöglichen die effiziente Durchführung eines TDI-Verfahrens.

**[0029]** Die Merkmale des Anspruchs 15 ermöglichen die effiziente Durchführung eines CDS-TDI-Verfahrens.

**[0030]** Die Merkmale des Anspruchs 16 bieten eine einfache und vorteilhafte Integration der Einheit zur Bestimmung des Bildrauschens in die erfindungsgemäße Schaltung.

**[0031]** Die Merkmale der Ansprüche 17 bis 18 vereinfachen den Aufbau der AuswahlSchaltung bzw. geben besonders vorteilhafte Ausführungsformen dieser wieder.

**[0032]** Eine mit den Merkmalen des Anspruchs 19 versehene Schaltung ermöglicht eine besonders einfache Zuordnung von Pixeln und Akkumulatorelementen, sowie einen einfachen Aufbau der AuswahlSchaltung.

**[0033]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 20 wird die Anordnung der Akkumulatorelemente sowie der Aufbau der AuswahlSchaltung vereinfacht.

**[0034]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 21 wird der Aufbau der AuswahlSchaltung, sowie die Ansteuerung der Pixel- und Akkumulatorelemente vereinfacht.

**[0035]** Die Merkmale des Anspruchs 22 vereinfachen den Aufbau und die Integration der Akkumulatorelemente.

**[0036]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 23 kann ein Akkumulatorelement als analoge Schaltung realisiert werden. Die Anordnung umfasst nur wenige Bauteile und ist einfach und platzsparend auf einem Mikrochip zu integrieren.

**[0037]** Die Merkmale des Anspruchs 24 vereinfachen die Anordnung der Kondensatoren auf einem Mikrochip und verringern die fertigungsbedingten Toleranzen der Verhältnisse der Kapazitäten der einzelnen Kondensatoren.

**[0038]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 25 werden eine verbesserte Aufteilung und Nutzung der Chipfläche erreicht sowie lange Zuleitungen mit parasitären Kapazitäten vermieden.

**[0039]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 26 können für die Zeitintegration der gemessenen Pixelsignalwerte digitale Schaltungen verwendet werden. Das kann insbesondere bei niedrigen Zeilenfrequenzen ein Vorteil sein, wenn die analoge Speicherung von Signalwerten, z.B. wegen Leckströmen von Kondensatoren, nicht mehr möglich ist.

**[0040]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 27 kann das Ausgangssignal der Schaltung von einer DigitalSchaltung weiterverarbeitet werden.

**[0041]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 28 vereinfacht sich der Aufbau der Schaltung für die einzelnen Pixel, wodurch ein Transistor pro Pixel eingespart wird.

**[0042]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 29 wird eine besonders einfache Fertigung der erfindungsgemäßen Schaltung als Mikrochip ermöglicht.

**[0043]** Mit den Merkmalen des Anspruchs 30 wird erreicht, dass die Steuerschaltung besonders einfach, insbesondere durch eine rekonfigurierbare DigitalSchaltung, realisiert werden kann.

**[0044]** Auf einem Datenträger gemäß Anspruch 31 kann sowohl ein Programm zur Durchführung eines Verfahrens mittels eines programmierbaren Rechners, insbesondere Prozessors, als auch der Verdrahtungsplan einer programmierbaren logischen Schaltung, insbesondere eines Schaltwerks, abgespeichert sein.

**[0045]** Fig. 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Schaltung.

**[0046]** Fig. 2 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Schaltung, wobei die AuswahlSchaltung durch einen Multiplexer und einen Demultiplexer realisiert wird.

**[0047]** Fig. 3 zeigt eine analoge Ausführungsform eines Akkumulatorelements.

- [0048]** Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform der Auswahlhaltung mittels Transistorschalter.
- [0049]** Fig. 5 zeigt den Aufbau einer Schaltung für ein Pixel.
- [0050]** Fig. 6 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung, bei welcher lediglich ein Operationsverstärker pro Pixel-spalte verwendet wird.
- [0051]** Fig. 7 zeigt eine Fortbildung der Schaltung von Fig. 7, bei der die Kompensation des Rauschfehlers zu Gunsten einer erhöhten Anzahl von TDI-Akkumulationen ausgeschaltet oder inaktiv gestellt werden kann.
- [0052]** Die Fig. 8a, 8b und 8c zeigen drei verschiedene Zuordnungen zwischen Pixeln und Akkumulatorelementen.
- [0053]** Fig. 9 zeigt schematisch einen Chip, auf dem eine erfindungsgemäße Schaltung realisiert ist.

**[0054]** Wie in Fig. 9 dargestellt, ist die erfindungsgemäße Schaltung auf dem Trägersubstrat eines Mikrochips M realisiert, wobei gegebenenfalls einzelne Elemente der erfindungsgemäßen Schaltung auf weiteren Mikrochips angeordnet sind, welche gegebenenfalls über Datenleitungen elektrisch wirksam verbunden sind. Die Oberfläche des Mikrochips M ist rasterartig in einzelne rechteckige Bereiche unterteilt, welche die lichtempfindliche Schaltung der Pixel 22, sowie gegebenenfalls Teile der Ansteuerungslogik bzw. der Auswahlhaltung 1 umfasst. Für jeweils eine Spalte P umfassend eine Vielzahl von Pixel 22 ist eine erfindungsgemäße Schaltung S vorgesehen. Um eine möglichst gute Ausbeute und ein möglichst geringes Rauschen zu erzielen, kann vorgesehen werden, dass die lichtempfindliche Diode 27 einen möglichst großen Anteil der für die einzelnen Pixel 22 zur Verfügung stehenden Fläche bedeckt. Jeder Spalte P kann eine erfindungsgemäße Schaltung zugeordnet werden, welche sich beispielsweise in einer weiteren, nicht von Pixeln 22 bedeckten Fläche des Mikrochips M befindet. Gegebenenfalls kann allen auf dem Mikrochip vorgesehenen Spalten eine gemeinsame Steuerlogik zugeordnet werden. Am Mikrochip M ist ein (nicht dargestellter) Ausgang vorgesehen, an welchem zu vorgegebenen Zeiten die einzelnen Helligkeitsinformationen, gegebenenfalls moduliert oder codiert, insbesondere digitalisiert, vorliegen. An diesen Ausgang können unterschiedliche Einheiten und Geräte wie z.B. Speichermedien oder Monitore angeschlossen werden.

**[0055]** Fig. 1 zeigt den Aufbau einer erfindungsgemäßen Schaltung. Diese umfasst eine Spalte von Pixeln 22, wobei jeweils ein Pixel 22 an jeweils einen Eingang einer Auswahlhaltung 1 angeschlossen ist. Jeder der Ausgänge der Auswahlhaltung 1 ist an den Eingang jeweils eines Akkumulatorelementes 3 angeschlossen. Jeder der Ausgänge der Akkumulatorelemente 3 ist an jeweils einen Eingang des Multiplexers 4 angeschlossen. Der Ausgang des Multiplexers 4 bildet den Ausgang 5 der gesamten Schaltung. Jedes der Pixel 22 liefert an seinem Ausgang ein Signal, welches der vom Pixel aufgenommenen Lichtintensität entspricht. In der Pixelschaltung wird die auf das Pixel 22 eintreffende Strahlungsleistung in ein Helligkeitssignal, insbesondere einen Ladungs- oder Spannungswert, umgewandelt und entsprechend kodiert am Ausgang des Pixels 22 zur Verfügung gestellt. Da die Pixel 22 an der Auswahlhaltung 1 angeschlossen sind, liegen die dem Helligkeitssignal der einzelnen Pixel 22 entsprechenden Signalwerte an den jeweiligen Eingängen der Auswahlhaltung 1 an. Die Auswahlhaltung 1 bietet die Möglichkeit durch Vorgabe eines entsprechenden Steuersignals einzelne Eingänge mit einzelnen Ausgängen elektrisch zu verbinden. Somit können die Signale einzelner Pixel 22 an vorgegebene Akkumulatorelemente 3 geleitet werden. Die an den einzelnen Ausgängen der Akkumulatorelemente 3 anliegenden Signalwerte werden dem Multiplexer 4 zugeführt, durch welchen einer dieser Signalwerte ausgewählt und an den Ausgang 5 der Schaltung weitergeleitet wird.

**[0056]** Zur Steuerung der Pixel 22, der Auswahlhaltung 1, der Akkumulatorelemente 3, der Einheit 8a zur Bildung eines Rauschmaßes sowie des Multiplexers 4 ist eine Steuerschaltung 8

vorgesehen, welche über getrennte Steuerleitungen 81, 82, 83, 84, 85 sowie die Datenleitung 85' mit den einzelnen Schaltungselementen verbunden ist. Zu der Einheit 8a zur Bildung eines Rauschmaßes ist eine Steuerleitung 85 zur Steuerung der Einheit 8a sowie die Datenleitung 85' zur Übermittlung des Rauschmaßes von der Einheit 8a an die Steuerschaltung 8 vorgesehen.

**[0057]** Als Steuerleitungen 81, 82, 83, 84, 85, 85 sind sowohl einzelne Leitungen als auch eine Vielzahl von dieselbe Steuerinformation tragende Einzelverbindungen, insbesondere Steuerbusse, zu verstehen. Über eine Steuerleitung 82, welche an alle Pixel 22 geführt ist, wird das in den Pixeln 22 gespeicherte Helligkeitssignal bei entsprechend vorliegenden Steuersignalen zurückgesetzt.

**[0058]** Die jeweilige Verschaltung bzw. Verbindung eines Ausgang eines Pixels 22 mit dem Eingang eines Akkumulatorelements 3 durch die Auswahlerschaltung 1 wird über die Steuerleitung 81, welche am Steuereingang 17 der Auswahlerschaltung 1 angeschlossen ist, vorgegeben. Ein entsprechendes Steuersignal wird in der Steuerschaltung 8 erzeugt und bewirkt in der Auswahlerschaltung 1 eine entsprechende Verschaltung. Über die Steuerleitung 83, welche von der Steuerschaltung 8 zu den einzelnen Akkumulatorelementen 3 führt, wird der Betriebszustand der jeweiligen Akkumulatorelemente 3 festgelegt. Ein entsprechendes Steuersignal gelangt von der Steuerschaltung 8 zum entsprechenden Akkumulatorelement 3 und bewirkt in diesem das Setzen des entsprechenden Betriebsmodus. Eine Steuerleitung 84 verbindet den Steuereingang des Multiplexers 4 mit einem entsprechenden Steuerausgang der Steuerschaltung 8. Ein entsprechendes Steuersignal wird von der Steuerschaltung 8 zum Multiplexer 4 geleitet, wodurch erreicht wird, dass lediglich eines der an den Eingängen des Multiplexers 4 anliegenden Signale an den Ausgang 5 übernommen wird.

**[0059]** An der Steuerschaltung 8 sind ein Konfigurationseingang sowie ein Takteingang vorgegeben. Über den Konfigurationseingang können beispielsweise Parameter zur Durchführung des Verfahrens weitergegeben werden. Am Takteingang wird ein externer Takt vorgegeben, welcher insbesondere zur Taktung der einzelnen Akkumulatorelemente 3 an diese mittels der Steuerleitung 83 weitergegeben werden kann.

**[0060]** Mit einer derartigen Schaltung kann ein CDS-TDI-Verfahren durchgeführt werden. Ein Programm zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist insbesondere in der Steuerschaltung 8 abgespeichert. Die Reihung der einzelnen Pixel 22 bzw. der Akkumulatorelemente 3 kann im Prinzip willkürlich vorgegeben werden. Aus Effizienzgründen ist jedoch eine Zuordnung vorteilhaft, welche unter Ausnutzung der gegenseitigen Lage der einzelnen Pixel 22 bzw. Akkumulatorelemente 3 zueinander am Mikrochip herangezogen wird.

**[0061]** Um die Veränderung der Zuordnung zwischen den einzelnen Pixeln 22 zu den jeweiligen Akkumulatorelementen 3 zu erleichtern, wird für jedes Pixel 22 ein nächstfolgendes Pixel 22 definiert. Als nächstfolgendes Pixel 22 bzw. Akkumulatorelement 3 des letzten Pixels 22 der Reihe bzw. letzte Akkumulatorelemente 3 wird das erste Pixel 22 bzw. erste Akkumulatorelement 3 angesehen. Zunächst wird eine Zuordnung, wie in Fig. 8a dargestellt, zwischen jeweils einem Pixel 22 und jeweils einem Akkumulatorelement 3 getroffen, wobei jeweils genau ein Pixel 22 jeweils genau einem Akkumulatorelement 3 zugeordnet wird.

**[0062]** Dies kann einfach dadurch geschehen, dass eine Zuordnung zwischen dem ersten Pixel 22 aus der Spalte der Pixel 22 und dem ersten Akkumulatorelement 3 aus der Spalte der Akkumulatorelemente 3 vorgenommen wird. Das jeweils nächstfolgende Pixel 22 in der Spalte wird dem jeweils nächstfolgenden Akkumulatorelement 3 in der Spalte der Akkumulatorelemente 3 zugeordnet.

**[0063]** Anschließend wird das im Pixel 22 gespeicherte Helligkeitssignal zurückgesetzt. Dies wird dadurch bewerkstelligt, dass ein entsprechendes Steuersignal über die Steuerleitung 82 an das jeweilige Pixel 22 geleitet wird. Über die Steuerleitung 81 wird eine Verbindung des entsprechenden Pixels 22 mit dem jeweiligen, diesem Pixel 22 zugeordneten Akkumulatorelement 3 in der Auswahlerschaltung 1 erreicht. Das am zurückgesetzten Pixel 22 anliegende Helligkeitssignal wird an das entsprechende Akkumulatorelement 3 weitergeleitet und der negative Wert

des Helligkeitssignals dem im Akkumulatorelement 3 gespeicherten Wert hinzugefügt. Im ersten im Akkumulatorelement 3 durchgeführten Akkumulations- bzw. Integrationsschritt wird der negative Wert des am Pixel 22 anliegenden Helligkeitssignals in das Akkumulatorelement 3 übernommen. Das während des Rücksetzvorgangs am Pixel 22 anliegende Helligkeitssignal kann rauschbedingt nicht exakt festgelegt werden. Somit wird zur Kompensation der negative Wert dieses Helligkeitssignals im entsprechenden Akkumulatorelement 3 abgespeichert. Nach dem Ablauf einer vorgegebenen Belichtungszeit wird der Wert des im Pixel 22 gespeicherten Helligkeitssignals dem, dem Pixel 22 zugeordneten Akkumulatorelement 3 zugeführt und zu dem im Akkumulatorelement 3 gespeicherten Wert hinzugezählt bzw. akkumuliert.

**[0064]** Diese Schritte werden für alle in der Zuordnung festgelegten Paare von Pixeln 22 und Akkumulatorelementen 3 durchgeführt. Dies kann insbesondere dadurch erfolgen, dass ein durch die Steuerschaltung 8 vorgegebener Takt herangezogen wird, wobei in jedem Takt ein Zeitfenster für den Rücksetzvorgang eines Pixels 22 und ein weiteres Zeitfenster für die Akkumulation eines in einem weiteren Pixel 22 gespeicherten Helligkeitssignals in einem diesem weiteren Pixel 22 zugeordneten Akkumulatorelement 3 vorgesehen ist. Die Zeitdauer der beiden Zeitfenster kann aus Gründen der Einfachheit gleich lang gewählt werden.

**[0065]** Die Durchführung des folgenden TDI-Schrittes wird nach der Beendigung dieser genannten Verfahrensschritte ausgelöst, nachdem sich die Projektion des bewegten Gegenstand um eine definierte Strecke, die in der Regel der Höhe einer Pixelzeile entspricht, verschoben hat. Danach wird die Zuordnung zyklisch bzw. durch Verschiebung gegenüber der vorliegenden Zuordnung geändert und die oben genannten Verfahrensschritte erneut durchgeführt. Die zyklische Vertauschung der Zuordnung ist in den Fig. 8a, 8b, 8c dargestellt.

**[0066]** Die zyklische Veränderung der Zuordnung wird vorzugsweise so vorgenommen, dass jedem Pixel 22 das bisher dem jeweils nachfolgenden Pixel 22 zugeordnete Akkumulatorelement zugeordnet wird und dem letzten Pixel 22 der Reihe das ursprünglich dem ersten Pixel 22 der Reihe zugeordnete Akkumulatorelement 3 zugeordnet wird.

**[0067]** Durch die zyklische Struktur der Pixel 22 bzw. der Akkumulatorwerte 3 gilt als nächstfolgendes Pixel des letzten Pixels das erste Pixel und als nächstfolgendes Akkumulatorelement 3 des letzten Akkumulatorelements 3 das erste Akkumulatorelement 3. Somit ergibt sich, dass das in einem bestimmten Schritt dem letzten Pixel 22 zugeordnete Akkumulatorelement 3 im darauffolgenden Schritt dem ersten Akkumulatorelement zugeordnet wird.

**[0068]** Die Fig. 8a, 8b und 8c zeigen ein Beispiel des zyklischen Vertauschers für eine Spalte umfassend 3 Pixel. Die in Fig. 8b dargestellte Zuordnung ergibt sich durch zyklische Vertauschung der Zuordnung aus Fig. 8a. Die in Fig. 8c dargestellte Zuordnung ergibt sich durch zyklische Vertauschung der Zuordnung aus Fig. 8b. Die in Fig. 8a dargestellte Zuordnung ergibt sich durch zyklische Vertauschung der Zuordnung aus Fig. 8c.

**[0069]** Nach der Durchführung bzw. mehrmaliger schleifenartiger Wiederholung dieser Verfahrensschritte liegen in den einzelnen Akkumulatorelementen 3 die entsprechenden Helligkeitssignale des an der Bildaufnahmeeinheit vorbeibewegten Gegenstands vor. Ferner ist zu erwähnen, dass die zeitlichen Abstände zwischen zwei zyklischen Vertauschungen der Zuordnung von Pixeln 22 zu Akkumulatorelementen 3 an die Relativgeschwindigkeit des beobachteten Gegenstandes gegenüber der Bildaufnahmeeinheit angepasst sind. Bei einer größeren Geschwindigkeit wird die zyklische Verschiebung der Zuordnung zu Akkumulatorelementen 3 in der Zeiteinheit entsprechend öfters vorgenommen, bei einer Relativbewegung in die entsprechend entgegengesetzte Richtung wird die zyklische Verschiebung der Zuordnung in entsprechend entgegengesetzter Richtung vorgenommen.

**[0070]** Analog zur Durchführung eines kombinierten CDS-TDI-Verfahrens kann auch ein reines TDI-Verfahren mit der erfindungsgemäßen Schaltung durchgeführt werden. Der einzige Unterschied zwischen den beiden Verfahren besteht darin, dass beim reinen TDI nach dem Rücksetzen der einzelnen Pixel 22 der unmittelbar nach dem Rücksetzen am Ausgang des Pixels 22 gemessene Wert nicht an das Akkumulatorelement 3 weitergegeben bzw. nicht dessen negati-

ver Wert im Akkumulatorelement 3 akkumuliert wird.

**[0071]** Folglich kann das TDI-Verfahren durchgeführt werden, indem zunächst für alle Pixel der Bildaufnahmeeinheit eine Zuordnung, wie in Figur 9 dargestellt getroffen wird, wobei jeweils genau ein Pixel jeweils genau einem Akkumulatorelement zugeordnet wird. Das im Pixel 22 gespeicherte Helligkeitssignal wird gelöscht bzw. auf einen Ausgangswert zurückgesetzt. Anschließend wird nach einer vorgegebenen Belichtungszeit der Wert des am Pixels anliegenden Helligkeitssignals an den Ausgang des Pixels weitergegeben und über die Auswahlinheit 1 dem dem Pixel 22 zugeordneten Akkumulatorelement 3 zugeführt und zu dem in diesem Akkumulatorelement 3 bereits gespeicherten Wert hinzugezählt bzw. akkumuliert. Analog zum CDS-TDI-Verfahren werden die Schritte des Rücksetzens und des Akkumulierens für alle Pixel 22 bzw. für die diesen Pixeln 22 zugeordneten Akkumulatorelemente 3 durchgeführt. Die Durchführung kann insbesondere zeitlich versetzt erfolgen, was die Zeiteffizienz wesentlich verbessert.

**[0072]** Mit einer derartigen Schaltung kann nun das erfindungsgemäße Verfahren durchgeführt werden. Die Kamera bzw. die lichtempfindlichen Bauteile werden abgedunkelt bzw. der Lichteinfall auf die Pixel 22 verhindert. Anschließend wird im abgedunkelten Zustand eine Serie von Aufnahmen, insbesondere unmittelbar hintereinander, aufgezeichnet, wobei das CDS-TDI-Verfahren zur Anwendung kommt. Eine derartige Serie umfasst etwa 10 bis 1000 Aufnahmen, insbesondere 50 bis 150 Aufnahmen.

**[0073]** In einem weiteren Verfahrensschritt wird die selbe Rauschmessung angewendet, wobei an Stelle des CDS-TDI-Verfahrens ein reines TDI-Verfahren zur Anwendung kommt. Es wird ebenfalls eine Serie umfassend eine vorgegebene Anzahl von Aufnahmen aufgezeichnet. Um das Rauschen ausreichend bestimmen zu können, ist es vorteilhaft etwa hundert Aufnahmen mit dem jeweiligen Verfahren durchzuführen.

**[0074]** Anschließend wird jeweils für beide Serien von Aufnahmen pixelweise die Standardabweichung der Helligkeitssignale bestimmt, d.h. für jedes Pixel wird die Standardabweichung über jeweils eine Serie von aufgenommenen Bildern bestimmt. Alle Werte, welche mit demselben Pixel 22 mittels eines Verfahrens aufgenommen worden sind, werden zur Bestimmung der Standardabweichung herangezogen. Besonders vorteilhaft erweist es sich in dem Zusammenhang, die Helligkeitssignale vor der Bestimmung der Standardabweichung zu gewichten, insbesondere durch die Anzahl der TDI-Akkumulationen der jeweiligen Serie zu dividieren. Ferner kann durch, insbesondere arithmetische, Mittelung des so erhaltenen Wertenserie ein Maß für das Rauschen bestimmt werden. Anschließend werden die so ermittelten Maße für das Rauschen für beide Serien verglichen, wobei anschließend zur Aufzeichnung weiterer Bilder jenes Verfahren verwendet wird, welchem das kleinere Maß für das Rauschen zugeordnet ist.

**[0075]** Die Bestimmung des Rauschens erfolgt in der dafür vorgesehenen Einheit 8a zur Bestimmung des Bildrauschens. Der Eingang der Einheit 8a zur Bestimmung des Rauschens ist an den Ausgang 5 der erfindungsgemäßen Schaltung angeschlossen. Ferner kann vorgesehen werden, dass zur parallelisierten Bestimmung des Rauschens die Ausgänge der einzelnen Pixel an den Eingang bzw. die Eingänge der Einheit 8a zur Bestimmung des Bildrauschens angeschlossen sind. Während der Aufnahme der Bilder im abgedunkelten Zustand gelangen die entsprechenden Bilddaten an den Eingang der Einheit 8a zur Bestimmung des Bildrauschens. In dieser Einheit 8a werden für jedes Pixel separat und für jede der beiden Serien separat die Standardabweichungen der gemessenen Helligkeitssignale aller zum Zweck der Referenzmessung aufgenommenen Bilder bestimmt und gewichtet, wobei die jeweiligen Standardabweichungen, insbesondere durch die Anzahl der TDI-Akkumulationen der jeweiligen Serie dividiert wird. Anschließend kann durch arithmetische Mittelung der so erhaltenen Werte über das gesamte Bild ein Maß für das Rauschen bestimmt werden, wobei für das TDI-Verfahren und das CDS-TDI-Verfahren getrennte Maße für das Rauschen bestimmt werden. Ferner weist die Einheit 8a zur Bestimmung des Bildrauschens einen Steuereingang auf, an welchen die Steuerleitung 85 angeschlossen ist. Über die Steuereinheit wird die Einheit 8a zur Bestimmung des Bildrauschens getriggert, wobei am Ausgang der Einheit 8a zur Bestimmung des Bildrauschens

ein Signal anliegt, welches das, insbesondere digital codierte, Maß für das Bildrauschen umfasst. Über die Datenleitung 85' werden die so ermittelten Maße an die Steuereinheit 8 weitergeleitet. Anschließend führt diese den Vergleich durch, welche der beiden Serien aufgenommener Bilder das geringere Rauschen aufweist. Abhängig von diesem Vergleich werden von der Steuereinheit 8 ausgehend diejenigen Steuerimpulse über die Steuerleitungen 81, 82, 83 und 84 weitergeleitet, welcher die einzelnen Komponenten, nämlich die Pixel 22, die Auswahlerschaltung 1, die Akkumulatoreinheiten 3, sowie den Multiplexer 4 zur Durchführung des CDS-TDI-Verfahrens oder des TDI-Verfahrens einstellen.

**[0076]** Fig. 2 zeigt schematisch die Ausführung einer Auswahlerschaltung 1 mit einem Multiplexer 18 mit nachgeschalteten Demultiplexer 19. Die Eingänge des Multiplexers 18 bilden die Eingänge 11 der Auswahlerschaltung 1. Der Ausgang des Multiplexers 18 ist an den Eingang des Demultiplexers 19 mittels einer Verbindungsleitung 15 angeschlossen. Ferner bilden die Ausgänge des Demultiplexers 19 die Ausgänge der Auswahlerschaltung 1. Bei dieser speziellen Ausführungsform umfasst die Steuerleitung 81 zwei getrennte Steuerleitungen, wobei die Steuerleitung 81 das Steuersignal zur Steuerung der Auswahlerschaltung 1 an deren Eingang 17 führt, und die erste der Steuerleitungen, die Schalterstellung des Multiplexers 18 steuert und die zweite der Steuerleitungen die Schalterstellung des Demultiplexers 19 steuert. Durch den Aufbau der Auswahlerschaltung ist klar, dass lediglich ein an einem der Eingänge 11 angeschlossenes Pixel 22 mit ein einziges an einem Ausgang 12 angeschlossenes Akkumulatorelement 3 verbunden werden kann. Durch die mittels der Steuerleitung 81 übertragenen Steuersignale kann jeweils einer der Eingänge 11 und einer der Ausgänge 12 ausgewählt werden und ein dem ausgewählten Eingang 11 anliegendes Signal an den ausgewählten Ausgang 12 weitergeleitet werden.

**[0077]** Obwohl diese Schaltung eine Einschränkung gegenüber der allgemeinen Verschaltbarkeit einer im Prinzip beliebig groß gewählten Anzahl von Eingängen 11 mit einer ebenfalls beliebig groß gewählten Anzahl von Ausgängen darstellt, ist diese Schaltung für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausreichend und bietet eine sehr einfache Implementierung der durch das Verfahren geforderten Funktionalität, da die sequentielle Verarbeitung der Pixelwerte sehr gut zum Zeitmultiplex der Pixelzeilen bei der üblichen Sensorauslese passt.

**[0078]** In Fig. 4 wird eine entsprechende Implementierung der Auswahlerschaltung 1 mittels einer Anzahl von Schaltern angegeben. Eine Anzahl von eingangsseitigen Schaltern 13 ist vorgesehen, die der Anzahl der Eingänge 11 entspricht, wobei der erste Anschluss jeweils eines der eingangsseitigen Schalter 13 an jeweils einem der Eingänge 11 der Auswahlerschaltung 1 angeschlossen ist. Weiters ist der zweite Anschluss jedes eingangsseitigen Schalters 13 mit einer Verbindungsleitung 15 verbunden. Eine Anzahl von ausgangsseitigen Schaltern 14 ist vorgesehen, welche der Anzahl der Ausgänge 12 entspricht, wobei der zweite Anschluss jeweils eines der ausgangsseitigen Schalter 14 mit jeweils einem der Ausgänge 12 der Auswahlerschaltung 1 verbunden ist bzw. als Ausgang 12 der Auswahlerschaltung 1 fungiert. Der jeweils andere Anschluss jedes ausgangsseitigen Schalters 14 ist an der Verbindungsleitung 15 angeschlossen. Die eingangsseitigen Schalter 13 und die ausgangsseitigen Schalter 14 sind durch einen gemeinsamen Steuereingang 17 der Auswahlerschaltung 1 ansteuerbar bzw. schaltbar. Dieser Steuereingang 17 ist an die Steuerleitung 81 angeschlossen und mit der Steuerschaltung 8 verbunden.

**[0079]** Der Aufbau eines Akkumulatorelements 3 mittels einer Analogschaltung 6 ist in Fig. 3 beschrieben. Diese Schaltung umfasst vier Schalter 64, 65, 66, 67 und zwei Kondensatoren 62, 63 sowie einen Operationsverstärker 61. Die gegenseitige Verschaltung der einzelnen Elemente ist folgendermaßen realisiert: Der Eingang 68 der Schaltung ist mit dem ersten Anschluss des ersten Schalters 64 verbunden. Der zweite Anschluss des ersten Schalters ist 64 mit dem ersten Anschluss des ersten Kondensators 62 verbunden. Der zweite Anschluss des ersten Kondensators 62 ist mit dem ersten Anschluss des zweiten Kondensators 63 verbunden. Der zweite Anschluss des zweiten Kondensators 63 ist mit dem ersten Anschluss des zweiten Schalters 65 sowie mit dem ersten Anschluss des dritten Schalters 66 verbunden. Der zweite Anschluss des dritten Schalters 66 liegt auf Massepotential. Der zweite Anschluss des zweiten

Schalters 65 ist mit dem Ausgang 69 der Analogschaltung 6 verbunden. Der nicht-invertierende Eingang des Operationsverstärkers 61 liegt auf Massepotential. Der invertierende Eingang des Operationsverstärkers 61 ist mit dem zweiten Anschluss des ersten Kondensators 62 verbunden. Der Ausgang des Operationsverstärkers 61 ist mit dem Ausgang 69 der Analogschaltung 6 verbunden. Der vierte Schalter 67 ist an je einem seiner Anschlüsse mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 61 sowie mit dem Ausgang des Operationsverstärkers 61 verbunden.

**[0080]** Das in der Analogschaltung 6 anliegende Helligkeitssignal wird durch die Differenz der in den beiden Kondensatoren 62, 63 gespeicherten Ladungen bzw. Ladungswerte repräsentiert bzw. dargestellt. Aus dem Aufbau ergibt sich, dass für die korrekte Durchführung der einzelnen Schritte immer einem Akkumulieren des positiven Ladungswerts ein negatives Setzen bzw. Akkumulieren eines eingehenden Ladungswerts vorangeht. Das negative Setzen eines gegebenen Ladungswerts kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt erfolgen, das Akkumulieren eines negativen Ladungswerts kann nur nach dem Hinzufügen oder Akkumulieren eines (positiven) Ladungswerts erfolgen. Das korrekte Endergebnis der durchgeführten Rechenoperationen liegt jeweils am Ende des Akkumulierens eines (positiven) Ladungswerts am Ausgang 69 invertiert vor.

**[0081]** Zum Speichern bzw. Beibehalten eines Akkumulatorwerts in einem Akkumulatorelement 3 werden alle Schalter geöffnet. Die gespeicherte Ladung in den beiden Kondensatoren 62, 63 bleibt dabei unverändert und das anliegende bzw. gespeicherte Helligkeitssignal wird beibehalten.

**[0082]** Zum Akkumulieren des negativen Werts einer anliegenden Ladung bzw. des Helligkeitssignals werden der erste Schalter 64 und der vierte Schalter 67 geschlossen. Der zweite Schalter 65 und der dritte Schalter 66 werden geöffnet. Hierbei wird der erste Kondensator 62 geladen, d.h. die am Eingang 68 anliegende Ladung an den ersten Kondensator 62 geleitet. Das Schließen des vierten Schalters 67 bewirkt eine auftretende Rückkopplung des Operationsverstärkers 61 und in weiterer Folge, dass der zweite Anschluss des ersten Kondensators 62 näherungsweise auf Massepotential bzw. auf virtuellem Massepotential des Operationsverstärkers 61 liegt.

**[0083]** Zum Setzen des negativen Werts des am Eingang 68 anliegenden Spannungs- bzw. Ladungswerts werden der erste Schalter 64, der dritte Schalter 66 und der vierte Schalter 67 geschlossen, der zweite Schalter 65 verbleibt offen. Das Laden des ersten Kondensators 62 erfolgt hierbei genau wie beim Vorgang des negativen Akkumulierens einer am Eingang 68 anliegenden Spannung. Ferner wird der zweite Kondensator 63 über den zweiten Schalter 65 entladen.

**[0084]** Zum Addieren des Werts eines Pixels 22 zu einem Akkumulatorelement 3 wird der erste Schalter 64 geschlossen, der zweite Schalter 65 geschlossen, der dritte Schalter 66 geöffnet und der vierte Schalter 67 geöffnet. Mit der im Pixel 22 gespeicherten Ladung wird der erste Kondensator 62 geladen und es fließt ein entsprechender Ausgleichsstrom, welcher auch durch den zweiten Kondensator 63 fließt. Auf Grund der Gleichheit der beiden Kapazitäten der Kondensatoren 62, 63 ist der Betrag der Spannungsänderung am Ausgang 69 der das Akkumulatorelement 3 bildenden Analogschaltung 6 gleich dem Spannungswert am Eingang 68 an.

**[0085]** Weitere bevorzugte Ausführungsformen betreffen die Reduktion von Chipfläche durch die Reduktion der benötigten Operationsverstärker sowie eine Schaltungsvariante, bei welcher zwischen einer reinen TDI-Schaltung und einer kombinierten CDS-TDI-Schaltung ausgewählt werden kann.

**[0086]** Fig. 5 zeigt schematisch den Aufbau eines Pixels 22. Wesentlicher Bauteil dieser Schaltung ist eine fotoempfindliche Diode 27. Diese weist, bedingt durch ihren Aufbau, eine parasitäre Parallelkapazität 28 auf. Die Anode der lichtempfindlichen Diode 27 liegt auf Massepotential. An der Kathode der Diode 27 ist der Source-Anschluss eines MOS-Transistors 29 angeschlossen. Der Drain-Anschluss des MOS-Transistors 29 liegt auf dem Potential der Betriebsspan-

nung. Am Gate des MOS-Transistors 29 ist eine der Steuerleitungen 82 angeschlossen, welche zur Steuerung des entsprechenden Pixels vorgesehen ist. Die Kathode der lichtempfindlichen Diode 27 ist ferner an das Gate eines weiteren MOS-Transistors 2a angeschlossen, dessen Drain-Anschluss auf Betriebsspannung liegt und dessen Source-Anschluss den Ausgang des Pixels bildet. In unmittelbarer örtlicher Nähe des Pixels, jedoch der Auswahlhaltung 1 zugehörig, befindet sich ein Auswahltransistor oder eingangsseitiger Schalter 13 der Ausfallschaltung, welcher über eine der Steuerleitungen 81 gesteuert wird, welche zur Steuerung bzw. Durchschaltung des entsprechenden Pixels vorgesehen ist. In diesem Ausführungsbeispiel ist der eingangsseitige Schalter 13 als MOS-Transistor ausgeführt, wobei dessen Drain-Anschluss an den Source-Anschluss des MOS-Transistors 2a angeschlossen ist. Der Source-Anschluss des den eingangsseitigen Schalter 13 bildenden Transistors bildet die Verbindungsleitung 15. Die entsprechende Steuerleitung 81 ist an den Gateanschluss des MOS-Transistors 13 angeschlossen.

**[0087]** Fig. 6 zeigt eine Schaltung, welche für eine Vielzahl von  $m$  Analogschaltungen 6 nur einen einzigen Operationsverstärker 61 sowie einen einzigen vierten Schalter 67 aufweist. Der invertierende Anschluss des Operationsverstärkers 61 ist mit allen zweiten Anschlüssen des ersten Kondensators 62 verbunden. Ferner sind die Ausgänge aller Analogschaltungen mit dem Ausgang des Operationsverstärkers 61 verbunden, wobei der so entstehende Knoten den Ausgang der Analogschaltung 6 bildet. Die ersten Anschlüsse der ersten Schalter 64 sind miteinander verbunden und der durch diese Verbindung gebildete gemeinsame Knoten bildet den gemeinsamen Eingang 68 der Analogschaltung 6. Die Vielzahl der zweiten Schalter 65 fungiert hierbei als Multiplexer 4.

**[0088]** Bei einem seriellen Auslesen der einzelnen Pixel 22 bietet der in Fig. 6 dargestellte Schaltungsaufbau dieselbe Funktionalität wie eine Reihe parallel agierender Analogschaltungen 6 gemäß Fig. 3. Da stets nur eines der Akkumulatorelemente 3 aktiv ist bzw. mittels des Multiplexers 4 oder der Auswahlhaltung 1 einstellbar ist, wird auch stets nur ein Operationsverstärker 61 benötigt, um die benötigte Funktionalität bereit zu stellen. Die übrigen Akkumulatorelemente 3 haben stets offene Schalter 64, 65, 66, 67, was bewirkt, dass beide Kondensatoren 62, 63 dieser Schaltungen an je einem Anschluss unverbunden bzw. isoliert sind, wodurch die gespeicherte Ladung in den jeweiligen Kondensatoren 62, 63 verbleibt. Die Stellung des gemeinsamen vierten Schalters 67 richtet sich nach der Stellung des entsprechenden aktiven Akkumulatorelements 3.

**[0089]** Der spezielle Aufbau dieser Schaltung bewirkt, dass jeweils nur einer der an den zweiten Kondensatoren 63 anliegenden Ladungswerte bzw. Spannungswerte an den Ausgang 69 der Analogschaltung 6 weitergeleitet wird bzw. an diesem Ausgang 69 anliegt. Die übrigen zweiten Kondensatoren 63 sind gegenüber dem Ausgang durch die jeweiligen zweiten Schalter 65 getrennt bzw. isoliert.

**[0090]** Ferner fungieren die jeweiligen ersten Schalter 64 der Akkumulatorelemente 3 als ausgangsseitige Schalter 14 der Auswahlhaltung 1. Das am Eingang 68 anliegende Signal wird an dasjenige Akkumulatorelement 3 weitergeleitet, dessen erster Schalter 64 geschlossen ist.

**[0091]** Eine weitere Ausgestaltung des in Fig. 6 dargestellten Schaltungsaufbaus, welche zusätzlich als reine TDI-Schaltung verwendet werden kann, ist in Fig. 7 dargestellt. Für jedes einzelne Akkumulatorelement 3 ist ein fünfter Schalter 60 und ein sechster Schalter 6a vorgesehen, wobei der zweite Anschluss des ersten Schalters 64 mit dem ersten Anschluss des fünften Schalters 60 verbunden ist und der zweite Anschluss des fünften Schalters 60 auf Massepotenzial liegt. Weiteres ist der erste Anschluss des sechsten Schalters 6a mit dem zweiten Anschluss des ersten Schalters 64 verbunden und der zweite Anschluss des sechsten Schalters 6a ist mit dem Ausgang 69 der Analogschaltung 6 verbunden. Sind die beiden Schalter 60 und 6a geöffnet, kann die in Fig. 7 dargestellte Analogschaltung analog zur in Fig. 6 dargestellten Analogschaltung betrieben werden.

**[0092]** Erforderlichenfalls kann vorgesehen werden, dass lediglich einer der ersten Kondensatoren 62 in der oben beschriebenen Weise verwendet wird, während die übrigen ersten Kon-

densatoren 62 analog den zweiten Kondensatoren 63 beschaltet werden. In diesem Fall entfällt jedoch die Möglichkeit der Rauschkompensation (CDS), die Anzahl der zur Verfügung stehenden Akkumulatorelemente 3 verdoppelt sich jedoch nahezu, wobei  $2m-1$  Akkumulatorelemente 3 verfügbar sind, und  $m$  die Anzahl der Akkumulatorelemente 3 für das CDS-TDI-Verfahren bedeutet.

**[0093]** In diesem Zusammenhang sei eine Anzahl von zwei Schaltern und einem Kondensator, nämlich entweder des zweiten Schalters 65 und des dritten Schalters 66 sowie des zweiten Kondensators 63 oder aber des fünften und sechsten Schalters 60, 6a sowie des ersten Kondensators als erster Speicher 6z oder zweiter Speicher 6y bezeichnet.

**[0094]** Besonders geeignet sind derartige Schaltungen, wenn ausreichend Licht zur Verfügung steht und die Bildqualität durch verbesserte Dynamik, also eine höhere nutzbare Bitbreite der Pixeldaten, erhöht werden soll. Wie bereits erwähnt wird ein Akkumulatorelement 3 analog der in Fig. 6 beschriebenen Funktionsweisen betrieben. Die beiden Schalter 60 und 6a sind dabei stets geöffnet. Bei den übrigen Akkumulatorelementen 3 sind die ersten Schalter 64 stets geöffnet. Durch diese Beschaltung wird durch den fünften Schalter 60 und den sechsten Schalter 6a sowie den ersten Kondensator 62 ein Speicher 6y gebildet, welche eine zu der durch den zweiten Kondensator 63, den zweiten Schalter 65 und den dritten Schalter 66 gebildeten Speicher 6z äquivalente Schaltungstopologie aufweist. Der fünfte Schalter 60 hat dabei dieselbe Funktion wie der dritte Schalter 66. Die Funktionen der Schalter 65 und 6a sind dabei ebenfalls äquivalent.

**[0095]** In einem Verfahren, welches mittels einer derartigen Schaltungskonfiguration durchgeführt wird, ist eine Rauschkompensation (CDS) der Ladungswerte der einzelnen Pixel 22 nicht möglich bzw. wird als nicht erforderlich angesehen. Jeder Speicher 6y, 6z umfasst einen der Kondensatoren 62, 63 sowie zwei Schalter, nämlich entweder den zweiten und den dritten Schalter 65, 66 oder den fünften und den sechsten Schalter 60, 6a. Durch Schließen des zweiten Schalters 65 oder des sechsten Schalters 6a wird der am Eingang 68 anliegende Spannungswert an den entsprechenden Kondensator 62, 63 eines Speichers 6y, 6z weitergeleitet, wodurch eine Akkumulation stattfindet. Der entsprechende andere Schalter, nämlich der dritte Schalter 66 oder der fünfte Schalter 60 bleibt hierbei offen.

**[0096]** Zum Rücksetzen der in einem der beiden Kondensatoren 62, 63 gespeicherten Ladung wird der dritte Schalter 66 oder der fünfte Schalter 60 und gegebenenfalls der vierte Schalter 67 geschlossen, wodurch der entsprechende Kondensator 62, 63 entladen wird.

**[0097]** Soll der im Kondensator 62, 63 gespeicherte Wert beibehalten werden, sind alle Schalter 65, 66 oder 60, 6a geöffnet. Dadurch ist der zweite Anschluss des zweiten Kondensators 63 bzw. der erste Anschluss des ersten Kondensators 62 isoliert, wodurch die Ladung gespeichert wird.

**[0098]** Im Laufe des Verfahrens können einzelne, den entsprechenden Speichern 6y, 6z zugeordnete Ladungswerte von Pixeln 22 an die entsprechenden Speicher 6y, 6z übertragen werden.

**[0099]** Bei der Durchführung eines reinen TDI-Verfahrens erweist es sich als vorteilhaft, anstelle von Akkumulatorelementen 3 lediglich einzelne Speicher 6y, 6z zu verwenden. Dies ist insbesondere vorteilhaft, da die Anzahl der Speicher bei entsprechender Beschaltung doppelt so groß ist wie die Anzahl der Akkumulatorelemente. Da für das reine TDI-Verfahren das Subtrahieren eines Eingangswerts vom Akkumulatorwert nicht erforderlich ist, kann beim TDI-Verfahren ein Speicher 6y, 6z zur Akkumulation verwendet werden.

**[00100]** Für das reine TDI-Verfahren muss zumindest einer der Schalter 64 geschlossen sein, wobei der entsprechende Speicher 6y nicht für die Speicherung herangezogen werden kann. Der Kondensator 62 bildet hierbei eine kapazitive Kopplung der Schaltung und wird nicht zur Abspeicherung von Helligkeitsinformation verwendet, sondern zur Kompensation eines konstanten Offsets verwendet. Alle eingehenden Pixelsignale gelangen über diesen Kondensator sowie den geschlossenen Schalter 64, bei offenem Schalter 60 an den Eingang des ausgewähl-

ten Speichers 6y, 6z sowie an den invertierenden Eingang des Operationsverstärkers 61.

**[00101]** In Fig. 1 sind jeweils zwei Speicher 39 von einem Akkumulatorelement 3 umfasst. Demgemäß können zwei Speicher 6y, 6z der in Fig. 7 dargestellten Schaltung als jeweils zwei Speicher 39 aufgefasst werden, welche gemeinsam ein Akkumulatorelement 3 bilden.

**[00102]** Die Darstellung ist bisher von nur einem Farbkanal ausgegangen (Monochrom-Sensor). Eine Verallgemeinerung des dargestellten Verfahrens auf mehrere Farbkanäle, beispielsweise für Rot, Grün und Blau für einen Farb-Sensor ist leicht möglich.

**[00103]** Für die Durchführung des TDI-Verfahrens bzw. des CDS-TDI-Verfahrens können zwei verschiedene Ausführungen Anwendung finden:

**[00104]** Einerseits kann zu Beginn des Verfahrens der im Akkumulatorelement 3 gespeicherte Wert auf Null gesetzt werden bzw. gelöscht werden und anschließend mittels Akkumulation eines, insbesondere invertierten oder negativen Werts, die einzelnen mit den Pixeln 22 ermittelten Werte hinzugezählt werden. Hierbei sind die Operationen "Rücksetzen" und "Akkumulieren" erforderlich.

**[00105]** Andererseits kann dasselbe Verhalten erzielt werden, indem der Wert des Akkumulatorelements 3 für den ersten Summanden der Akkumulation auf dessen Wert gesetzt wird und für alle weiteren Schritte der entsprechende Eingangswert, insbesondere invertiert, akkumuliert wird. Hierbei sind die Operationen "Setzen" und "Akkumulieren" erforderlich.

**[00106]** Beide Möglichkeiten können für die Implementierung bzw. den Aufbau eines Akkumulatorelements 3 bzw. eines Speichers 39 gemäß den Fig. 1 und 2 herangezogen werden.

**[00107]** Die erfindungsgemäße Schaltung kann gemeinsam mit den Pixeln 22 auf dem Trägersubstrat eines als Bildsensor ausgebildeten Mikrochips angeordnet sein. Die den Bildsensor aufweisende Bildaufnahmeeinheit, insbesondere eine Videokamera, umfasst alle erforderlichen elektronischen, optischen und mechanischen Bauteile zur Aufnahme der Gegenstände auf dem Sensor. Angeschlossen an die erfindungsgemäße Schaltung sind die weiteren Schaltungsbau- teile bzw. -elemente zur Darstellung und Auswertung der Helligkeitssignale der einzelnen Pixel, z.B. Monitore oder Speichermedien.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Aufnahme eines relativ zu einer Bildaufnahmeeinheit, insbesondere einem Flächensensor, bewegten Referenzgegenstands, wobei die Bildaufnahmeeinheit eine vorgegebene Anzahl von Pixeln (22) sowie eine vorgegebene Anzahl von Akkumulatorelementen (3) umfasst, welche diesen Pixeln (22) eineindeutig zugeordnet werden können, wobei die entsprechende Zuordnung frei festlegbar ist und abänderbar ist und wobei das durch die Aufnahme des Referenzgegenstands aufgezeichnete Bild in Form von Helligkeitssignalen vorliegt, welche in den Akkumulatorelementen (3) abgespeichert sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - 1) die Kamera abgedunkelt bzw. der Lichteinfall auf die Pixel (22) verhindert wird und anschließend im abgedunkelten Zustand mittels eines kombinierten CDS-TDI-Verfahrens eine Serie umfassend eine vorgegebene Anzahl von, insbesondere 50 bis 150, Aufnahmen unmittelbar hintereinander aufgezeichnet wird,
  - 2) die Kamera abgedunkelt wird und anschließend mittels eines TDI-Verfahrens eine Serie umfassend eine vorgegebene Anzahl von, insbesondere 50 bis 150, Aufnahmen aufgezeichnet wird, wobei insbesondere die Anzahl der Aufnahmen für beide Verfahren gleich ist,
  - 3) jeweils für beide Serien von Aufnahmen pixelweise die Standardabweichung der Helligkeitssignale bestimmt wird und gewichtet, insbesondere durch die Anzahl der TDI-Akkumulationen der jeweiligen Serie dividiert, wird, wobei durch, insbesondere arithmetische, Mittelung der so erhaltenen Werte einer Serie, ein Maß für das Rauschen bestimmt wird, welches der mit den jeweiligen Verfahren ermittelten Serie bzw. dem zugeordnet wird,

- 4) die für beide Serien ermittelten Maße für das Rauschen verglichen werden, und
  - 5) zur Aufzeichnung weiterer Bilder das Verfahren verwendet wird, welchem das kleinere Maß für das Rauschen zugeordnet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das kombinierte CDS- TDI-Verfahren durchgeführt wird, indem
- a) für alle Bildzeilen der Bildaufnahmeeinheit eine Zuordnung zwischen jeweils einem Pixel (22) und jeweils einem Akkumulatorelement (3) getroffen wird, wobei jeweils genau ein Pixel (22) jeweils genau einem Akkumulatorelement (3) zugeordnet wird,
  - b) das im Pixel (22) vorliegende bzw. gespeicherte Helligkeitssignal rückgesetzt bzw. auf einen Ausgangswert zurückgesetzt wird,
  - c) im ersten für ein Akkumulatorelement (3) durchgeführten Akkumulations- bzw. Integrationsschritt der negative Wert des am Ausgang des Pixels (22) anliegenden Helligkeitssignals in das Akkumulatorelement (3) übernommen wird, bzw. für die weiteren Integrationsschritte der negative Wert eines unmittelbar nach Beendigung des Rücksetzens am Ausgang des Pixels (22) anliegenden Helligkeitssignals dem zugeordneten Akkumulatorelement (3) hinzugefügt wird,
  - d) anschließend nach einer vorgegebenen Belichtungszeit der Wert des am Pixel (22) anliegenden Helligkeitssignals dem jeweiligen, dem Pixel (22) zugeordneten Akkumulatorelement (3) zugeführt wird und zu dem in diesem Akkumulatorelement (3) bereits gespeicherten Wert hinzugezählt bzw. akkumuliert wird,
  - e) die Schritte b) bis d) für alle Pixel (22) bzw. für die diesen Pixeln (22) zugeordneten Akkumulatorelemente (3), insbesondere zeitlich versetzt, durchgeführt werden, und
  - f) die Zuordnung nach Beendigung der Verfahrensschritte b) bis e) zyklisch bzw. durch Verschiebung gegenüber der vorliegenden Zuordnung geändert wird und die Verfahrensschritte b) bis e) für eine vorgegebene Anzahl von Wiederholungen erneut durchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das TDI-Verfahren durchgeführt wird, indem
- a) für alle Pixel der Bildaufnahmeeinheit eine Zuordnung zwischen jeweils einem Pixel (22) und jeweils einem Akkumulatorelement (3) getroffen wird, wobei jeweils genau ein Pixel (22) jeweils genau einem Akkumulatorelement (3) zugeordnet wird, und gegebenenfalls das Akkumulatorelement (3) zurückgesetzt wird,
  - b) das im Pixel (22) gespeicherte Helligkeitssignal rückgesetzt bzw. auf einen Ausgangswert zurückgesetzt wird,
  - c) anschließend nach einer vorgegebenen Belichtungszeit der Wert des am Pixel (22) anliegenden Helligkeitssignals dem jeweiligen, dem Pixel (22) zugeordneten Akkumulatorelement (3) zugeführt wird bzw. an diesem anliegt und
    - im ersten für ein Akkumulatorelement (3) durchgeführten Akkumulations- bzw. Integrationsschritt das anliegende Helligkeitssignal in das Akkumulatorelement (3) übernommen wird und
    - in jedem weiteren Integrationsschritt das anliegende Helligkeitssignal zu dem in diesem Akkumulatorelement (3) bereits gespeicherten Wert hinzugezählt bzw. akkumuliert wird,
  - d) die Schritte b) bis c) für alle Pixel (22) bzw. die diesen Pixeln (22) zugeordneten Akkumulatorelemente (3), insbesondere zeitlich versetzt, durchgeführt werden, und
  - e) die Zuordnung nach Beendigung der Verfahrensschritte b) bis d) zyklisch bzw. durch Verschiebung gegenüber der vorliegenden Zuordnung geändert wird und diese Verfahrensschritte für eine vorgegebene Zahl von Wiederholungen erneut durchgeführt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeit zwischen den einzelnen Rücksetzvorgängen eines Pixels (22) und der Akkumulation des gespeicherten Helligkeitssignals dieses Pixel (22) in dem diesem Pixel (22) zugeordneten Akkumulatorelement (3) für alle Pixel (22) bzw. für alle Akkumulatorelemente (3) gleich lang ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Takt vorgegeben ist und jeder Takt ein Zeitfenster für den Rücksetzvorgang eines Pixels (22) und ein weiteres Zeitfenster für die Akkumulation des an einem weiteren Pixel (22) anliegenden Helligkeitssignals in einem diesem weiteren Pixel (22) zugeordneten Akkumulatorelement (3) vorgibt, wobei gegebenenfalls die Zeitdauer der beiden Zeitfenster einer Taktlänge entspricht und/oder gleich lang ist.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - für die Akkumulatorelemente (3) und für die Pixel (22) jeweils, insbesondere zeilenweise, eine zyklische Reihenfolge vorgegeben wird, wobei das erste in der Reihe befindliche Pixel (22) bzw. Akkumulatorelement (3) als nächstfolgendes Element des letzten in der Reihe befindlichen Pixels (22) bzw. Akkumulatorelements (3) angesehen wird, und
  - gegebenenfalls das jeweils nächstfolgende Pixel (22) in der Reihe der Pixel (22) dem jeweils nächstfolgenden Akkumulatorelement (3) in der Reihe der Akkumulatorelemente (3) zugeordnet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - zu Beginn des Verfahrens eine Zuordnung zwischen einzelnen Pixeln (22) aus der Reihe von Pixeln (22) und einzelnen Akkumulatorelementen (3) aus der Reihe der Akkumulatorelemente (3) erstellt wird, bei der das erste Pixel (22) aus der Reihe der Pixel dem ersten Akkumulatorelement (3) aus der Reihe der Akkumulatorelemente zugeordnet wird, und
  - gegebenenfalls das jeweils nächstfolgende Pixel (22) in der Reihe der Pixel (22) dem jeweils nächstfolgenden Akkumulatorelement (3) in der Reihe der Akkumulatorelemente (3) zugeordnet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zyklische Verschiebung der Zuordnung von Pixeln (22) zu Akkumulatorelementen (3) vorgenommen wird, indem bei jeder Verschiebung jedem Pixel (22) das dem jeweils in der Reihe nächstfolgenden Pixel (22) zugeordnete Akkumulatorelement (3) zugeordnet wird.
9. Schaltung zur Aufnahme von Bildern umfassend eine Anzahl von Pixeln (22), insbesondere die Pixel eines Flächensensors die Helligkeitssignale, vorzugsweise in Form von Ladungswerten abgebend, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - die Schaltung eine Anzahl von in einer Reihe angeordneten, zur Abspeicherung der Helligkeitssignale vorgesehenen Akkumulatorelementen (3) umfasst,
  - jedes der am Ausgang der einzelnen Pixel (22) anliegenden Helligkeitssignale gesondert auf einen vorgegebenen Wert rücksetzbar ist,
  - die Schaltung eine Auswahl schaltung (1) umfasst, welche eine Anzahl von (n) Eingängen (11) und eine Anzahl von (m) Ausgängen (12) aufweist, deren gegenseitige Verschaltung bzw. Zuordnung in vorgegebener Weise einstellbar ist,
  - jedes Pixel (22) an einen der Eingänge (11) der Auswahl schaltung (1) angeschlossen ist,
  - jedes Akkumulatorelement (3) einem der Ausgänge (12) der Auswahl schaltung (1) zur Akkumulation eines dem Helligkeitssignal eines Pixels (22) entsprechenden Werts nachgeschaltet ist,
  - von der Schaltung eine Steuerschaltung (8) umfasst ist, die an die jeweiligen Steuereingänge der Auswahl schaltung (1), der Akkumulatorelemente (3) und der Pixel (22) angeschlossen ist, zur Zuordnung der Pixel (22) zu den entsprechenden Akkumulatorelementen (3), zum Rücksetzen der Helligkeitssignale sowie zum Abspeichern der Helligkeitsinformation in den Akkumulatorelementen (3), und
  - die Steuerschaltung eine Einheit (8a) zur Bestimmung des Bildrauschens aufweist, welcher ein das aufgenommene Bild repräsentierendes Signal zugeführt ist, und an deren Ausgang ein Maß für das Bildrauschen zur weiteren Verwendung anliegt.

10. Schaltung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - die einzelnen Ausgänge der Akkulatorelemente (3) an die Eingänge eines Multiplexers (4) angeschlossen sind,
  - die Steuerschaltung (8) an den Steuereingang des Multiplexers (4) angeschlossen ist und diesen steuert, und
  - der Ausgang des Multiplexers (4) den Ausgang (5) der Schaltung bildet.
11. Schaltung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - jedes der Akkulatorelemente (3) einen Steuereingang, gegebenenfalls für mehrere anliegende binär codierte Steuerinformationen, aufweist, über welchen mittels der Steuerschaltung (8) vorgegeben wird, ob das am Eingang des Akkulatorelements (3) anliegende Eingangssignal
  - nicht beachtet wird und der Akkumulatorwert beibehalten wird oder
  - den Akkumulatorwert überschreibt, wobei der negative Wert des Eingangssignals im Akkulatorelement (3) abgespeichert wird oder
  - dem Akkumulatorwert hinzuaddiert wird, oder
  - vom Akkumulatorwert abgezogen wird, oder
  - den Akkumulatorwert überschreibt.
12. Schaltung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass
  - jedes der Akkulatorelemente (3) zwei unabhängige Speicher (39), insbesondere analoge elektrische Speicherelemente, vorzugsweise Kondensatoren und einen Steuereingang, gegebenenfalls für mehrere anliegende binär codierte Steuerinformationen, aufweist, über welchen
    - a) vorgegeben werden kann, ob die beiden Speicher (39) des Akkulatorelements (3) getrennt betrieben werden in der Form, dass jedes Akkulatorelement (3) zwei unabhängige Speicher (39) besitzt, und
    - b) im Falle des Betriebs des Akkulatorelements in dieser Form mit zwei unabhängigen Speichern (39) vorgegeben wird, ob das am Eingang des Akkulatorelements (3) anliegende Signal
      - nicht beachtet wird und der Akkumulatorwert beibehalten wird, oder
      - dem Akkumulatorwert hinzuaddiert wird, oder
      - den Akkumulatorwert überschreibt, und
    - c) im Falle des Betriebs des Akkulatorelements in Form zweier unabhängiger Speicher (39) vorgegeben wird, welcher der beiden unabhängigen Speicher für die in Schritt b) vorgegebene Operation ausgewählt wird.
13. Schaltung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Auswahlrichtung (1) bei Anliegen eines Steuersignals an einem dafür vorgesehenen Steuereingang (17) genau ein Eingang (11) mit genau einem Ausgang (12) entsprechend der Information des Steuersignals verbunden ist und alle anderen Eingänge (11) und Ausgänge (12) unverbunden bzw. gegeneinander isoliert sind.
14. Schaltung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Durchführung eines kombinierten CDS-TDI-Verfahrens
  - a) mit der Auswahlrichtung (1) eine Zuordnung zwischen jeweils einem Pixel (22) und jeweils einem Akkulatorelement (3) herstellbar ist, wobei jeweils genau ein Pixel (22) jeweils genau einem Akkulatorelement (3) zugeordnet ist,
  - b) das jeweilige Pixel (22) in seinen Ausgangszustand mittels eines Steuerimpulses an der Steuerleitung des Pixels (22) zurückgesetzt wird,
  - c) im ersten für ein Akkulatorelement (3) durchgeführten Akkumulations- bzw. Integrationsschritt der negative Wert des am Ausgang des Pixels (22) anliegenden Helligkeitssignals in das Akkulatorelement (3) übernommen wird bzw. für die weiteren Integrationsschritte der negative Wert eines unmittelbar nach Beendigung des Rücksetzens am Ausgang des Pixels (22) anliegenden Helligkeitssignals dem zugeordneten Akkulatorelement (3) hinzugefügt wird,

- d) nach einer vorgegebenen Belichtungszeit der Wert des im Pixel (22) anliegenden Helligkeitssignals dem jeweiligen, dem Pixel (22) zugeordneten Akkumulatorelement (3) zugeführt wird und zu dem in diesem Akkumulatorelement (3) bereits gespeicherten Wert hinzugezählt bzw. akkumuliert wird,
  - e) in der Steuerschaltung eine programmierbare Digitalschaltung zur automatisierten Durchführung der Schritte b) bis d) für alle Pixel (22) bzw. die diesen Pixeln (22) zugeordneten Akkumulatorelemente (3) vorgesehen ist, und
  - f) eine Zuordnungsbildungsschaltung vorgesehen ist, welche nach Abfrage aller Pixelwerte die Zuordnung nach Beendigung der Schritte b) bis e) zyklisch bzw. durch Verschiebung gegenüber der vorliegenden Zuordnung abändert und erneut die Steuerschaltung für eine vorgegebene Anzahl von Wiederholungen aktiviert.
15. Schaltung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Durchführung eines TDI-Verfahrens
- a) die Auswahlerschaltung (1) eine Zuordnung zwischen jeweils einem Pixel (22) und jeweils einem Akkumulatorelement (3) herstellt und jeweils genau ein Pixel (22) jeweils genau einem Akkumulatorelement (3) zuordnet,
  - b) das jeweilige Pixel (22) in seinen Ausgangszustand mittels eines Steuerimpulses an der Steuerleitung des Pixels (22) zurückgesetzt wird,
  - c) anschließend nach einer vorgegebenen Belichtungszeit der Wert des am Pixel (22) anliegenden Helligkeitssignals dem jeweiligen, dem Pixel (22) zugeordneten Akkumulatorelement (3) zugeführt wird bzw. an diesem anliegt und
    - im ersten für ein Akkumulatorelement (3) durchgeführten Akkumulations- bzw. Integrationsschritt das anliegende Helligkeitssignal in das Akkumulatorelement (3) übernommen wird und
    - in jedem weiteren Integrationsschritt das anliegende Helligkeitssignal zu dem in diesem Akkumulatorelement (3) bereits gespeicherten Wert hinzugezählt bzw. akkumuliert wird,
  - d) in der Steuerschaltung eine programmierbare Digitalschaltung zur automatisierten Durchführung der Schritte b) bis c) für alle Pixel (22) bzw. die diesen Pixeln (22) zugeordneten Akkumulatorelemente (3) vorgesehen ist, und
  - e) eine Zuordnungsbildungsschaltung vorgesehen ist, welche nach Abfrage aller Pixelwerte die Zuordnung nach Beendigung der Schritte b) bis d) zyklisch bzw. durch Verschiebung gegenüber der vorliegenden Zuordnung abändert und erneut die Steuerschaltung für eine vorgegebene Anzahl von Wiederholungen aktiviert.
16. Schaltung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass diese eine Einheit zur Bestimmung des Bildrauschens umfasst, welche an die Steuerschaltung (8) angeschlossen ist oder von der Steuerschaltung (8) umfasst ist.
17. Schaltung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass abhängig von der Rauschmessung ein TDI-Verfahren oder ein CDS-TDI-Verfahren durchgeführt wird, wobei
- a) für das TDI-Verfahren alle (n) Akkumulatorelemente (3) oder alle Akkumulatorelemente (3) bis auf ein Akkumulatorelement (3) als getrennte Speicher (39) betrieben werden und sich somit die Anzahl der zur Verfügung stehenden Speicherplätze für Pixelwerte zu  $2n-1$  ergibt.
18. Schaltung gemäß einem der Ansprüche 9 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- jedes Pixel (22) einen Rücksetzeingang (24) aufweist, über welchen das am Pixel (22) anliegende Helligkeitssignal, insbesondere der im Pixel (22) gespeicherte Ladungswert, auf einen vorgegebenen Wert, gegebenenfalls mit Rauschen behaftet, zurückgesetzt werden kann.
19. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswahlerschaltung (1) durch einen Multiplexer (18) und einen nachgeschalteten Demultiplexer (19) realisiert ist, wobei die Eingänge des Multiplexers (18) als Eingänge (11) der Auswahl-

schaltung (1) fungieren und die Ausgänge des Demultiplexers (19) als Ausgänge (12) der Auswahl schaltung (1) fungieren und die beiden Steuereingänge des Multiplexers (18) und des Demultiplexers (19) als gemeinsamer Steuereingang (17) der Auswahl schaltung (1) fungieren.

20. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- eine Anzahl von eingangsseitigen Schaltern (13) vorgesehen ist, die der Anzahl der Eingänge (11) entspricht und der erste Anschluss jeweils eines der eingangsseitigen Schalter (13) an jeweils einem der Eingänge (11) der Auswahl schaltung (1) angeschlossen ist,
  - der zweite Anschluss jedes eingangsseitigen Schalters (13) mit einer Verbindungsleitung (15) verbunden ist,
  - eine Anzahl von ausgangsseitigen Schaltern (14) vorgesehen ist, die der Anzahl der Ausgänge (12) entspricht und der zweite Anschluss jeweils eines der ausgangsseitigen Schalter (14) mit jeweils einem der Ausgänge (12) der Auswahl schaltung (1) verbunden ist,
  - der jeweils andere Anschluss jedes ausgangsseitigen Schalters (14) an die Verbindungsleitung (15) angeschlossen ist, und
  - die eingangsseitigen Schalter (13) und die ausgangsseitigen Schalter (14) über einen, insbesondere gemeinsamen, Steuereingang (17) der Auswahl schaltung (1) ansteuerbar bzw. schaltbar sind.
21. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Anzahl der Pixel (22) der Anzahl der Akkumulatorelemente (3) entspricht und
  - die Anzahl (n) der Eingänge (11) der Auswahl schaltung (1) der Anzahl (m) der Ausgänge (12) der Auswahl schaltung (1) entspricht.
22. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass alle Akkumulatorelemente (3) gleich aufgebaut sind.
23. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der Akkumulatorelemente (3) als Analogschaltung (6) aufgebaut oder realisiert ist, welche zwei Kondensatoren (62, 63), sowie fünf elektronisch schaltbare, Schalter (64, 65, 66, 60, 6a), insbesondere MOS Transistoren, umfasst, wobei
- der Eingang (68) der Schaltung mit dem ersten Anschluss des ersten Schalters (64) verbunden ist,
  - der zweite Anschluss des ersten Schalters (64) mit dem ersten Anschluss des ersten Kondensators (62) verbunden ist,
  - der zweite Anschluss des ersten Kondensators (62) mit dem ersten Anschluss des zweiten Kondensators (63) verbunden ist,
  - der zweite Anschluss des zweiten Kondensators (63) mit dem ersten Anschluss des zweiten Schalters (65) sowie mit dem ersten Anschluss des dritten Schalters (66) verbunden ist,
  - der zweite Anschluss des dritten Schalters (66) auf Massepotential liegt,
  - der zweite Anschluss des zweiten Schalters (65) mit dem Ausgang (69) der Analogschaltung (6) verbunden ist,
  - der zweite Anschluss des ersten Schalters (64) mit dem ersten Anschluss des fünften Schalters (60) verbunden ist und der zweite Anschluss des fünften Schalters (60) auf Massepotential liegt,
  - der erste Anschluss des sechsten Schalters (6a) mit dem zweiten Anschluss des ersten Schalters (64) verbunden ist und der zweite Anschluss des sechsten Schalters (6a) mit dem Ausgang (69) der Analogschaltung (6) verbunden ist,
  - für die Vielzahl (m) von Analogschaltungen (6) ein einziger Operationsverstärker (61) sowie ein einziger vierter Schalter (67) vorgesehen ist,
  - ein vierter Schalter (67) an je einem seiner Anschlüsse mit dem invertierenden Eingang des Operationsverstärkers (61) sowie mit dem Ausgang des Operationsverstärkers (61) verbunden ist,
  - der nicht-invertierende Eingang des Operationsverstärkers (61) auf Massepotential liegt,

- der Ausgang des Operationsverstärkers (61) mit dem Ausgang (69) der Analogschaltung (6) verbunden ist,
  - der invertierende Eingang des Operationsverstärkers (61) mit den zweiten Anschlüssen aller ersten Kondensatoren (62) verbunden ist,
  - die ersten Anschlüsse aller ersten Schalter (64) miteinander verbunden sind und der dadurch entstehende Knoten den Eingang (68) der Analogschaltung (6) bildet, und
  - die Ausgänge (69) aller Analogschaltungen (6) mit dem Ausgang des Operationsverstärkers (61) verbunden sind und dieser Knoten den Ausgang der Analogschaltung (6) bildet, wobei die Vielzahl der (m) zweiten Schalter (65) von der Steuerschaltung (8) angesteuert wird und als Multiplexer (4) fungiert.
24. Schaltung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Kapazität des ersten Kondensators (62) der Kapazität des zweiten Kondensators (63) entspricht bzw. die beiden Kapazitäten gleich groß sind.
25. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die eingangsseitigen Schalter (13) im Pixel (22) integriert bzw. in dessen unmittelbarer Nähe, insbesondere auf dem Trägersubstrat des die Schaltung tragenden Mikrochips, angeordnet sind und diesem Pixel (22) vorzugsweise nachgeschaltet sind.
26. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Auswahlhaltung einen Analog- Digital-Wandler (16) umfasst,
  - die zweiten Anschlüsse der eingangsseitigen Schalter (13) am Eingang des Analog-Digital-Wandlers (16) angeschlossen sind und gegenüber den ersten Anschlüssen der ausgangsseitigen Schalter isoliert sind, und
  - die ersten Anschlüsse der ausgangsseitigen Schalter (14) am Ausgang des Analog-Digital-Wandlers (16) angeschlossen sind.
27. Schaltung nach einem der Ansprüche 9 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- der Schaltung ein Analog -Digital -Wandler (16) nachgeschaltet ist und der Ausgang des Analog- Digital-Wandlers den Ausgang der Schaltung bildet, an den gegebenenfalls weitere Auswerteeinheiten, insbesondere ein Monitor oder ein Speicher, angeschlossen sind.
28. Schaltung nach Anspruch 9 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- eine Stromquelle (15a), insbesondere mit einem MOS Transistor realisiert, mit der Verbindungsleitung (15) verbunden ist.
29. Schaltung nach Anspruch 9 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schalter (64, 65, 66, 67, 60, 6a) der einzelnen Akkumulatorelemente (3), die Schalter des Multiplexers (4) sowie die eingangsseitigen und ausgangsseitigen Schalter (13, 14) der Auswahlhaltung (1) elektronisch oder elektrisch schaltbar sind und insbesondere als Transistoren, vorzugsweise alle gleich aufgebaut und gegebenenfalls in CMOS Technologie, ausgeführt sind.
30. Schaltung nach Anspruch 9 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass
- die Akkumulatorelemente (3), die Pixel (22), die Auswahlhaltung (1) sowie der Multiplexer (4) einen Takteingang aufweisen, über welchen diese Einheiten zu vorgegebenen Zeitabständen wirksam geschaltet werden.
31. Datenträger, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf ihm ein Programm zur Ausführung des in den Ansprüchen 1 bis 8 beanspruchten Verfahrens gespeichert ist.
32. Programmierbare logische Schaltung, mit welcher ein Verfahren gemäß Anspruch 1 bis 8 durchführbar ist.

**Hierzu 8 Blatt Zeichnungen**

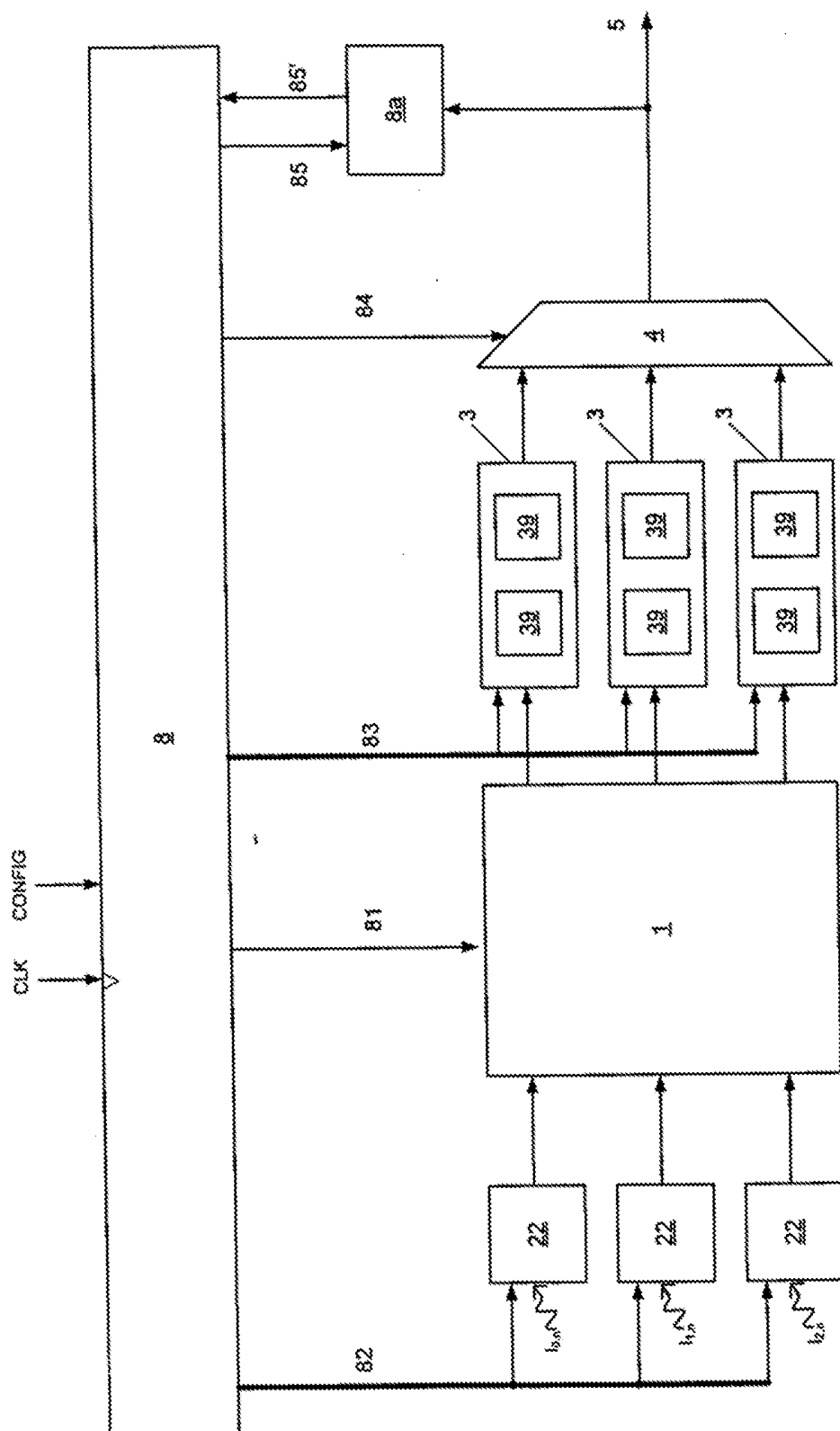


Fig. 1

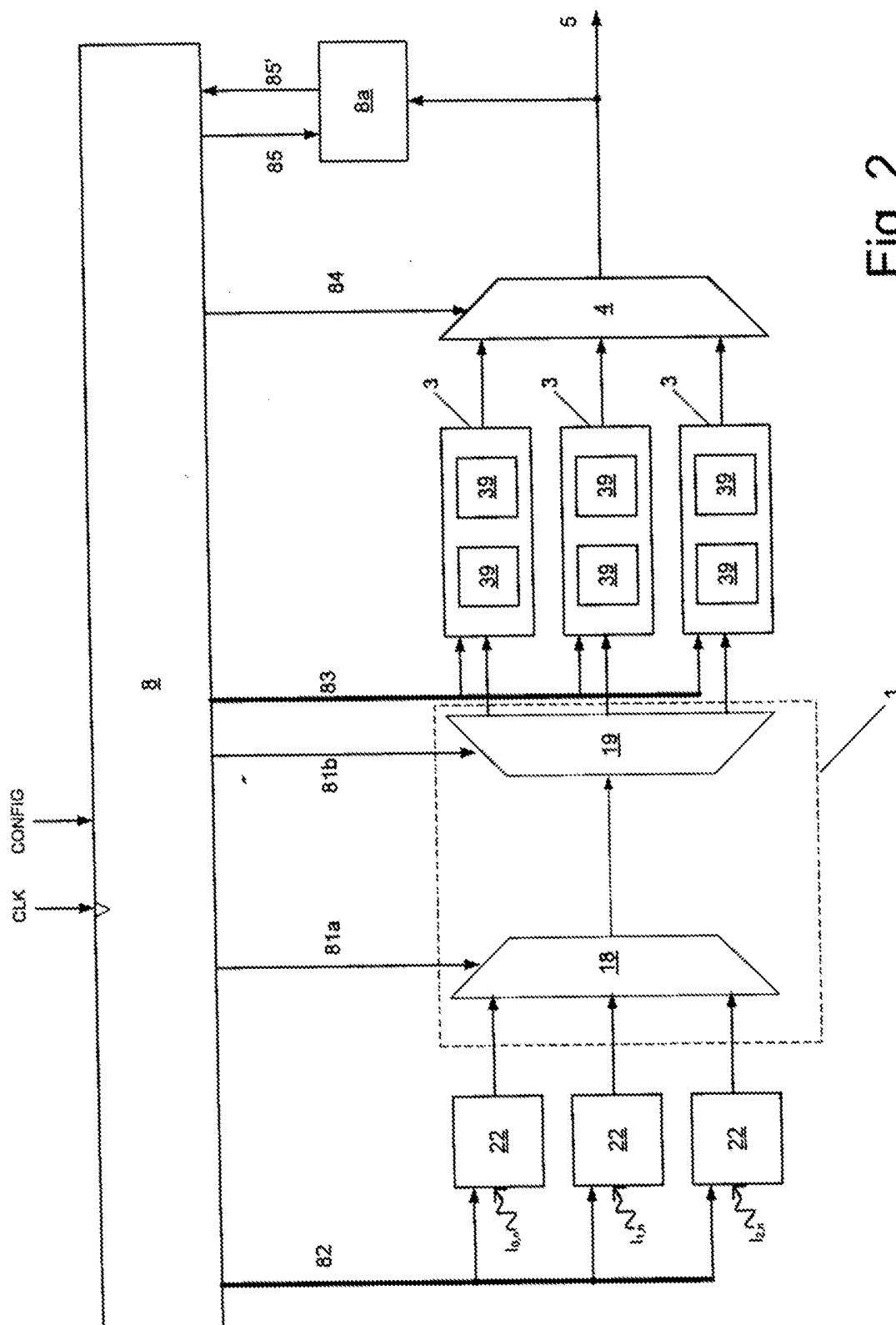


Fig. 2

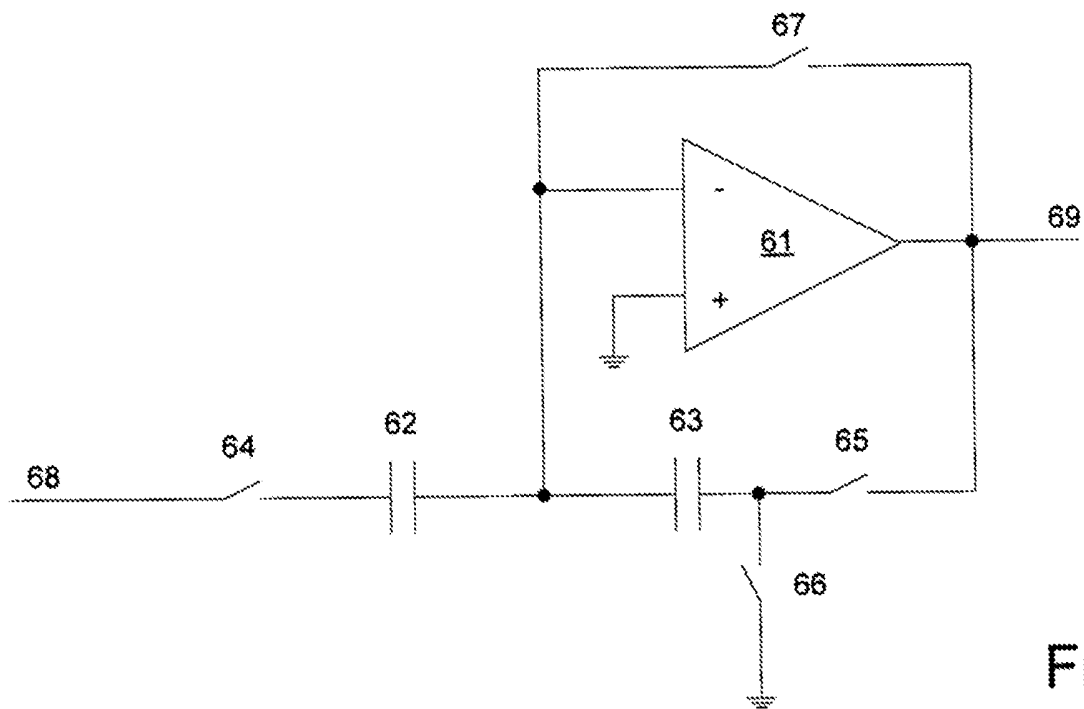


Fig. 3

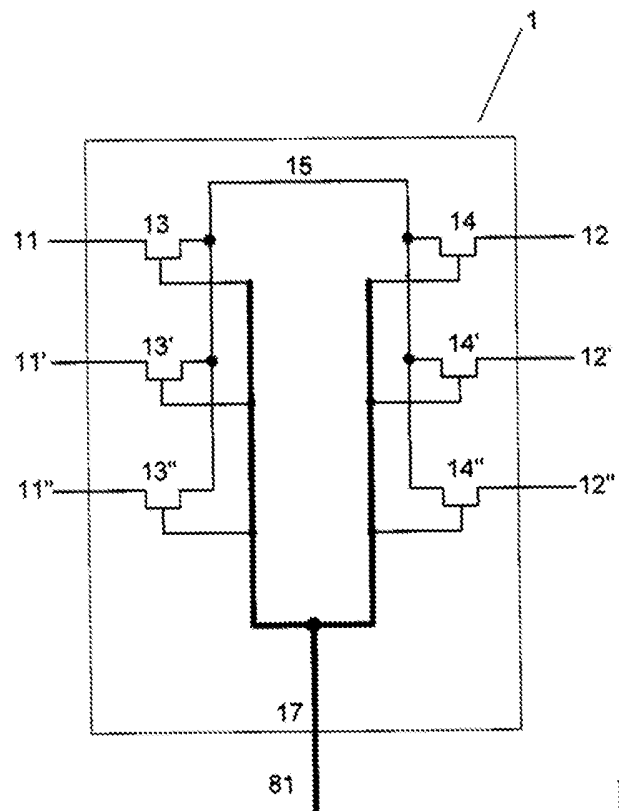


Fig. 4

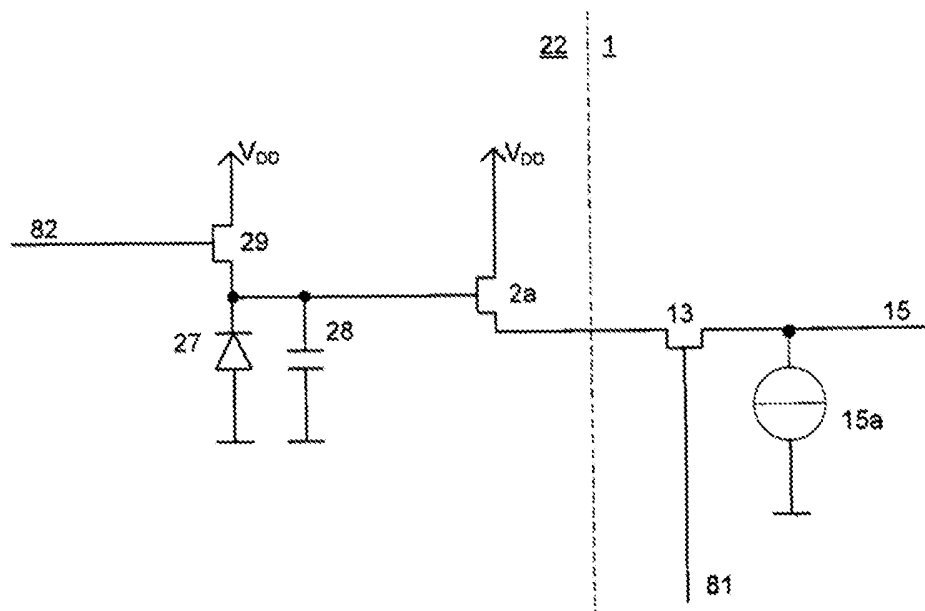


Fig. 5

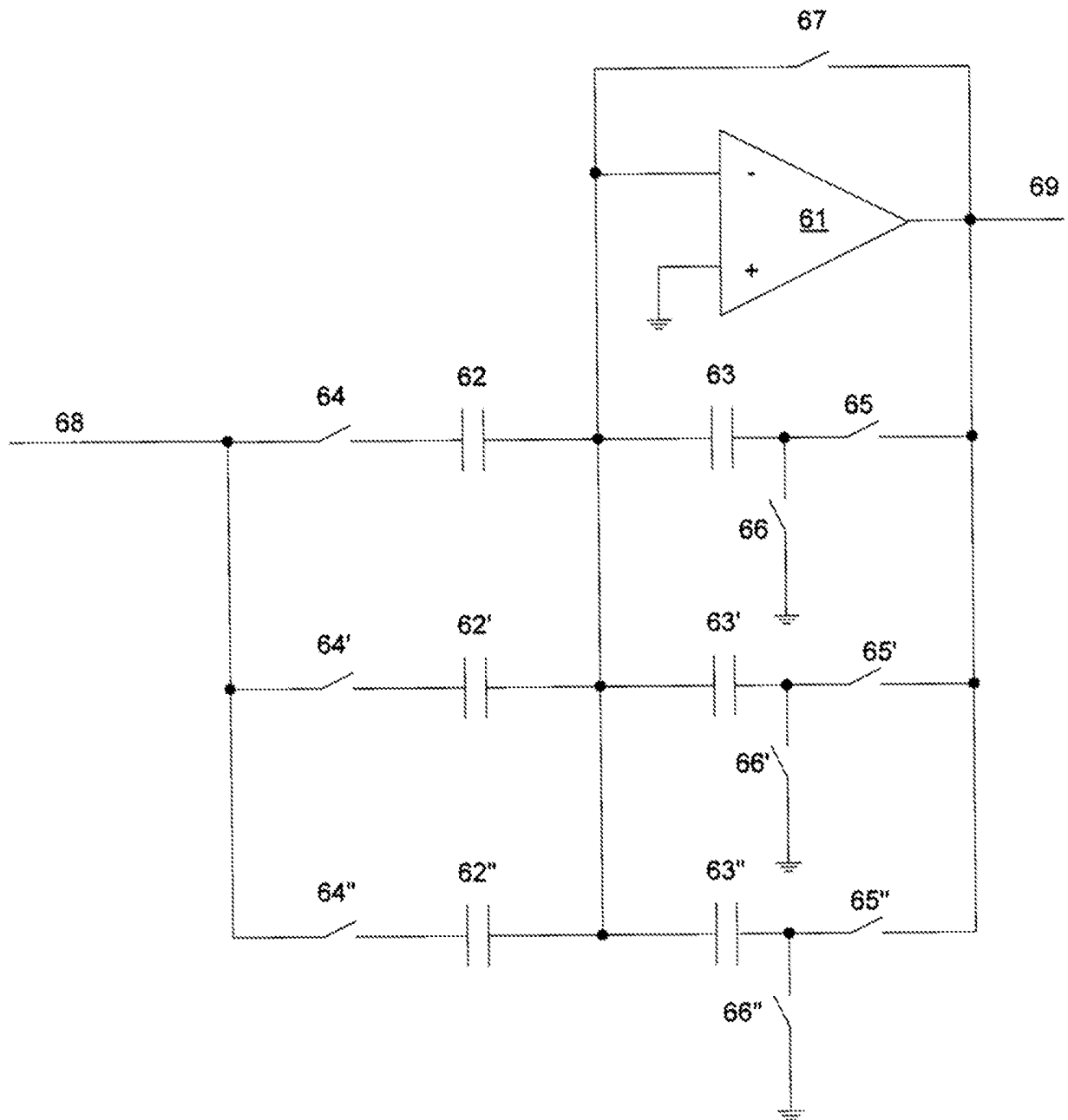


Fig. 6

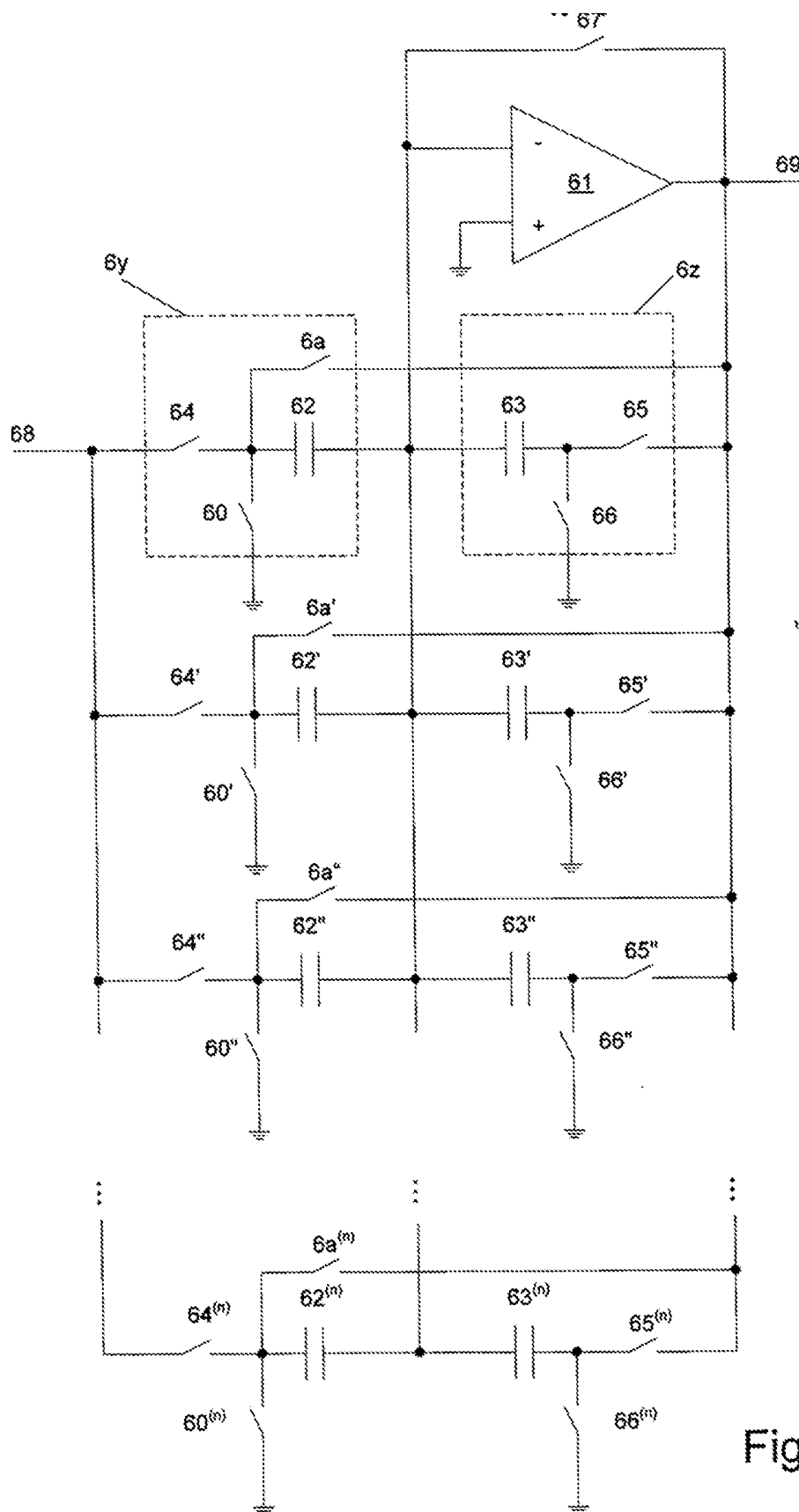


Fig. 7

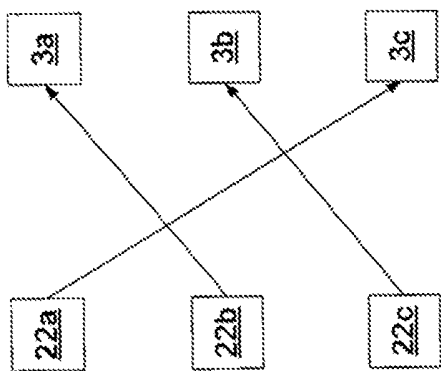


Fig. 8a

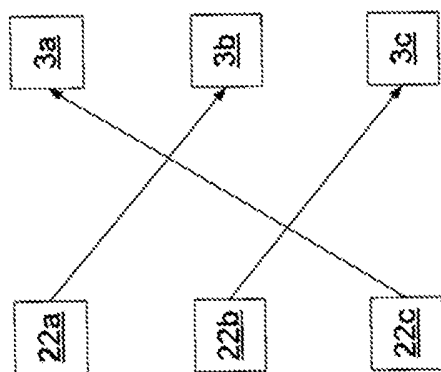


Fig. 8b

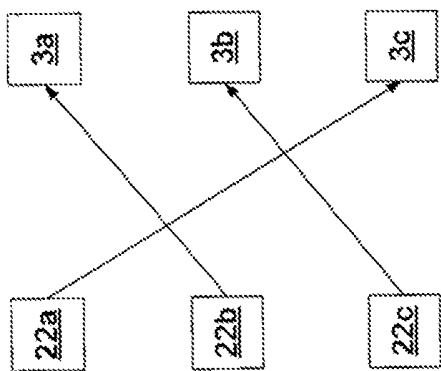


Fig. 8c

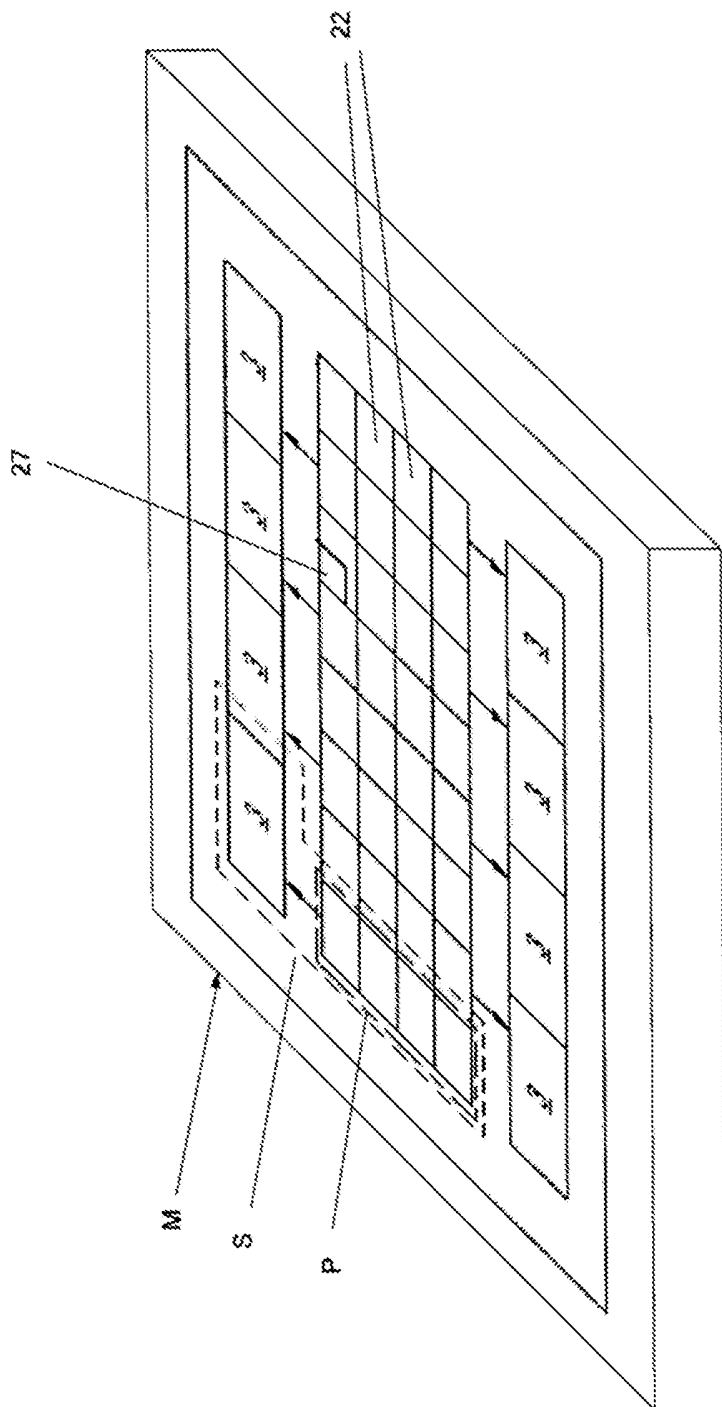


Fig. 9