



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2008 002 389 T5** 2010.07.15

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2009/050591**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2008 002 389.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/IB2008/003749**
(86) PCT-Anmeldetag: **05.09.2008**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **23.04.2009**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **15.07.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H04N 5/335** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

60/967,651	05.09.2007	US
60/967,657	05.09.2007	US
12/205,084	05.09.2008	US

(71) Anmelder:

Tay, Hiok-Nam, Singapore, SG

(74) Vertreter:

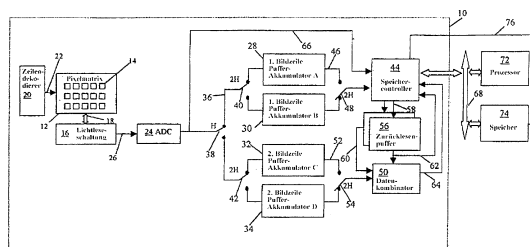
**Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München**

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(54) Bezeichnung: **CMOS Bildsensor mit breitem Dynamikbereich**

(57) Hauptanspruch: Bildsensor, umfassend eine Pixelmatrix, die mindestens ein Pixel umfasst, und eine Schaltung, die mit der Pixelmatrix verbunden ist und einen endgültigen Bildpixelwert liefert, der eine Funktion eines abgetasteten Resetausgangssignals generiert aus einem ersten Pixel ist, wobei der endgültige Bildpixelwert auf einen reservierten Wert gesetzt wird, wenn das abgetastete Resetausgangssignal einen Schwellenwert überschreitet.



Beschreibung

Kurze Beschreibung der Erfindung

Referenzen zu verbundenen Anmeldungen

[0001] Für diese Anmeldung wird die Priorität der nicht-vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 12/205,084, eingereicht am 5. September 2008, der vorläufigen US-Anmeldung Nr. 60/967,657, eingereicht am 5. September 2007 und der vorläufigen US-Anmeldung Nr. 60/967,651, eingereicht am 5. September 2007, beansprucht.

Hintergrund der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0002] Der beschriebene Gegenstand der vorliegenden Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Halbleiter-Bildsensoren.

2. Hintergrundinformationen

[0003] Fotografische Ausstattung wie Digitalkameras oder digitale Camcorder enthalten elektronische Bildsensoren, die Licht für die Verarbeitung zu einem einzelnen Bild oder einem Videobild einfangen. Es gibt zwei Haupttypen der elektronischen Bildsensoren: ladungsgekoppelte Bauelemente (Charge Coupled Devices, CCD) und komplementäre Metall-Oxid-Halbleiter (Complementary Metal Oxide Semiconductor, CMOS). CCD-Bildsensoren haben ein relativ hohes Signal-Rausch-Verhältnis (Signal-to-Noise Ratio, SNR) und bieten qualitativ hochwertige Bilder. Weiterhin können CCDs so erstellt werden, dass sie eine relativ kleine Pixelmatrix bieten, während sie mit den meisten Anforderungen an Kamera- und Videoauflösung konform bleiben. Ein Pixel ist das kleinste diskrete Element eines Bildes. Aus diesen Gründen werden CCDs in den meisten kommerziell erhältlichen Kameras und Camcordern verwendet.

[0004] CMOS-Sensoren sind schneller und energiesparender als CCD-Geräte. Weiterhin werden die CMOS-Fertigungsprozesse eingesetzt, um viele Arten der integrierten Schaltungen herzustellen. Daher gibt es mehr verfügbare Fertigungskapazitäten für CMOS-Sensoren als für CCD-Sensoren.

[0005] Der Bildsensor ist normalerweise an einen externen Prozessor und einen externen Speicher angeschlossen. Der externe Speicher speichert die Daten des Bildsensors. Der Prozessor verarbeitet die gespeicherten Daten. Daher versucht man, einen Bildsensor mit niedrigem Rauschen, hoher Geschwindigkeit und hoher Auflösung herzustellen, der externe Speicher verwenden kann und dem Prozessor auf effiziente Art Daten zur Verfügung stellt.

[0006] Ein Bildsensor mit einer Pixelmatrix, die mindestens ein Pixel umfasst. Der Sensor kann auch eine Schaltung umfassen, die mit dem Pixel verbunden ist und einen endgültigen Bildpixelwert liefert, der eine Funktion eines abgetasteten Resetausgangssignals, welches aus dem Pixel erzeugt wird, darstellt. Der endgültige Bildpixelwert wird auf einen maximalen Wert eingestellt, wenn das abgetastete Resetausgangssignal einen Schwellenwert überschreitet. Das endgültige Bild kann eine Funktion von ersten, zweiten und/oder dritten Bildern mit einem Feld sein, das Informationen darüber bietet, ob das endgültige Bild eine erste Belichtungsrate, eine zweite Belichtungsrate und/oder eine dritte Belichtungsrate umfasst.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Bildsensors.

[0008] [Fig. 2](#) ist eine bildliche Darstellung der Methode zum Speichern von Pixeldaten in einem externen Speichermedium für ein einzelnes Bild.

[0009] [Fig. 3](#) ist eine bildliche Darstellung der Methode zum Abrufen und Kombinieren von Pixeldaten für ein einzelnes Bild.

[0010] [Fig. 4](#) ist eine bildliche Darstellung einer alternativen Methode zum Abrufen und Kombinieren von Pixeldaten.

[0011] [Fig. 5](#) ist eine bildliche Darstellung einer alternativen Methode zum Abrufen und Kombinieren von Pixeldaten.

[0012] [Fig. 6](#) ist eine bildliche Darstellung einer alternativen Methode zum Abrufen und Kombinieren von Pixeldaten.

[0013] [Fig. 7](#) ist eine bildliche Darstellung einer alternativen Methode zum Abrufen und Kombinieren von Pixeldaten.

[0014] [Fig. 8](#) ist eine bildliche Darstellung der Methode zum Speichern und Kombinieren von Pixeldaten für ein Videobild.

[0015] [Fig. 9](#) ist eine weitere bildliche Darstellung der Methode zum Speichern und Kombinieren von Pixeldaten für ein Videobild.

[0016] [Fig. 10](#) ist eine bildliche Darstellung der Methode zum Konvertieren der Auflösung der Pixeldaten.

[0017] [Fig. 11](#) ist eine bildliche Darstellung einer alternativen Methode zum Konvertieren der Auflösung

der Pixeldaten.

[0018] [Fig. 12](#) ist eine bildliche Darstellung einer alternativen Methode zum Konvertieren der Auflösung der Pixeldaten.

[0019] [Fig. 13](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform eines Pixels des Bildsensors.

[0020] [Fig. 14](#) ist eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer Lichtleseschaltung des Bildsensors.

[0021] [Fig. 15](#) ist ein Ablaufdiagramm für einen ersten Betriebsmodus des Bildsensors.

[0022] [Fig. 16](#) ist ein Taktdiagramm für den ersten Betriebsmodus des Bildsensors.

[0023] [Fig. 17](#) ist ein Diagramm, das die Ebenen eines Signals über einer Fotodiode eines Pixels zeigt.

[0024] [Fig. 17A](#) ist eine bildliche Darstellung, die eine dunkle Ringfläche um einen hellen Fleck zeigt.

[0025] [Fig. 18](#) ist eine schematische Darstellung einer logischen Schaltung zum Erstellen der Taktdiagramme in [Fig. 16](#).

[0026] [Fig. 19](#) ist eine schematische Darstellung einer logischen Schaltung zum Erzeugen eines RST-Signals für eine Reihe von Pixeln.

[0027] [Fig. 20](#) ist ein Taktdiagramm für die logische Schaltung aus [Fig. 19](#).

[0028] [Fig. 21](#) ist ein Ablaufdiagramm für einen zweiten Betriebsmodus des Bildsensors.

[0029] [Fig. 22](#) ist ein Taktdiagramm für den zweiten Betriebsmodus des Bildsensors.

[0030] [Fig. 23a](#) ist eine schematische Darstellung für eine alternative Ausführungsform eines Bildsensorsystems.

[0031] [Fig. 23b](#) ist eine schematische Darstellung für eine alternative Ausführungsform eines Bildsensorsystems.

[0032] [Fig. 24](#) ist eine schematische Darstellung für eine alternative Ausführungsform eines Bildsensorsystems.

[0033] [Fig. 25](#) ist eine schematische Darstellung für eine alternative Ausführungsform eines Bildsensorsystems.

[0034] [Fig. 26](#) ist eine schematische Darstellung für eine alternative Ausführungsform eines externen

Prozessors.

[0035] [Fig. 27A–F](#) sind bildliche Darstellungen, die eine progressive Technik zum Einlesen der Bilder A, B, D und F aus der Pixelmatrix zeigen.

[0036] [Fig. 28](#) ist eine bildliche Darstellung einer Methode zum Abrufen und Kombinieren von Pixeldaten.

[0037] [Fig. 29](#) ist eine bildliche Darstellung einer Methode zum Schreiben und Lesen von Daten aus einem Datenbus in einer Zeilenperiode.

[0038] [Fig. 30](#) ist eine bildliche Darstellung einer Ausführungsform eines Kombinator.

Detaillierte Beschreibung

[0039] Beschrieben wird ein Bildsensor, der ein oder mehrere Pixel in einer Pixelmatrix umfasst. Die Pixelmatrix kann an eine Steuerschaltung und eine Subtrahierschaltung gekoppelt sein. Die Steuerschaltung kann jedes Pixel ein erstes Referenz-Ausgangssignal und ein Resetausgangssignal ausgeben lassen. Die Steuerschaltung kann dann jedes Pixel ein Ausgangssignal mit einer Lichtreaktion und ein zweites Referenz-Ausgangssignal ausgeben lassen. Das Ausgangssignal mit Lichtreaktion entspricht dem Bild, das von dem Sensor eingefangen werden soll.

[0040] Die Subtrahierschaltung kann einen Unterschied zwischen dem Resetausgangssignal und dem ersten Referenz-Ausgangssignal bieten, um ein Rauschsignal zu erzeugen, das in einem externen Speicher gespeichert wird. Die Subtrahierschaltung kann auch einen Unterschied zwischen dem Ausgangssignal mit Lichtreaktion und dem zweiten Referenz-Ausgangssignal bieten, um ein normiertes Ausgangssignal mit Lichtreaktion zu erzeugen. Das Rauschsignal wird aus dem Speicher abgerufen und mit dem normierten Ausgangssignal mit Lichtreaktion kombiniert, um die Ausgabedaten des Sensors zu erzeugen. Die Ausgabedaten können auf einen reservierten Wert eingestellt werden, wenn das Resetsignal einen Schwellenwert überschreitet, um so anzuzeigen, dass der Sensor Sonnenstrahlung oder Reflexionen in einer spiegelnden Oberfläche ausgesetzt ist. Das endgültige Bild kann eine Funktion von ersten, zweiten, dritten oder vierten Bildern sein. Die Bilddaten können gemeinsam mit einem Feld, das Informationen über die Belichtungsrate der Bilddaten liefert zu einem Prozessor übertragen werden.

[0041] Um die Zeichnungen mit Bezug zu den Referenznummern genauer zu beschreiben: [Fig. 1](#) zeigt einen Bildsensor **10**. Der Bildsensor **10** umfasst eine Pixelmatrix **12**, die eine Mehrzahl einzelner fotosensibler Pixel **14** enthält. Die Pixel **14** sind in einer zweidimensionalen Matrix von Spalten und Zeilen ange-

ordnet.

[0042] Die Pixelmatrix **12** ist über einen Bus **18** mit einer Lichtleseschaltung **16** und über Steuerleitungen **22** mit einem Zeilendekodierer **20** gekoppelt. Der Zeilendekodierer **20** kann eine einzelne Zeile der Pixelmatrix **12** auswählen. Die Lichtleseschaltung **16** kann dann spezifische diskrete Spalten in der ausgewählten Zeile auslesen. Zusammen können der Zeilendekodierer **20** und die Lichtleseschaltung **16** ein einzelnes Pixel **14** in der Pixelmatrix **12** auslesen.

[0043] Die Lichtleseschaltung **16** kann über Ausgabeleitungen **26** mit einem Analog-Digital-Umsetzer **24** (Analog-to-Digital-Converter, ADC) gekoppelt sein. Der ADC **24** generiert eine digitale Bitfolge, die mit der Amplitude des Signals übereinstimmt, welches von der Lichtleseschaltung **16** und den ausgewählten Pixeln **14** geliefert wird.

[0044] Der ADC **24** ist über Leitungen **36** und Schalter **38**, **40** und **42** mit einem Paar erster Bildpuffer **28** und **30** und einem zweiten Paar Bildpuffer **32** und **34** gekoppelt. Die ersten Bildpuffer **28** und **30** sind über Leitungen **46** und einen Schalter **48** mit einem Speichercontroller **44** gekoppelt. Der Speichercontroller **44** kann allgemein auch als Datenschnittstelle bezeichnet werden. Die zweiten Bildpuffer **32** und **34** sind über Leitungen **52** und einen Schalter **54** mit einem Datenkombinator **50** gekoppelt. Der Speichercontroller **44** und der Datenkombinator **50** sind jeweils über Leitungen **58** und **60** mit einem Zurücklesenpuffer **56** verbunden. Der Ausgang des Zurücklesenpuffers **56** ist über eine Leitung **62** mit dem Controller **44** verbunden. Der Datenkombinator **50** ist über eine Leitung **64** mit dem Speichercontroller **44** verbunden. Zusätzlich ist der Controller **44** über eine Leitung **66** mit dem ADC **24** verbunden.

[0045] Der Speichercontroller **44** ist über einen Steuerbus **70** mit einem externen Bus **68** gekoppelt. Der externe Bus **68** ist mit einem externen Prozessor **72** und einem externen Speicher **74** gekoppelt. Bus **70**, Prozessor **72** und Speicher **74** werden normalerweise bereits in bestehenden Digitalkameras, Kameras und Mobiltelefonen eingesetzt. Der Prozessor kann verschiedene Berechnungen vornehmen, die für die Bildbearbeitung benötigt werden. So kann der Prozessor zum Beispiel Weißabgleich und Farbkompensation vornehmen, wie auch Komprimierung von Bilddaten, zum Beispiel über die Komprimierungsstandards JPEG oder MPEG.

[0046] Um ein Festbild einzufangen, ruft die Lichtleseschaltung **16** Zeile für Zeile ein erstes Bild der Aufnahme aus der Pixelmatrix **12** ab. Der Schalter **38** befindet sich in einem Zustand, über den er den ADC **24** mit den ersten Bildpuffern **28** und **30** verbindet. Die Schalter **40** und **48** sind so eingestellt, dass Daten in einen Puffer **28** oder **30** eingehen und aus dem ande-

ren Puffer **30** oder **28** durch den Speichercontroller **44** abgerufen werden. So kann zum Beispiel die zweite Zeile der Pixel in Puffer **30** gespeichert werden, während die erste Zeile der Pixeldaten durch den Speichercontroller **44** aus dem Puffer **28** abgerufen und im externen Speicher **74** gespeichert wird.

[0047] Sobald die erste Zeile des zweiten Abbilds der Aufnahme verfügbar wird, wird der Schalter **38** so eingestellt, dass die Bilddaten des ersten und des zweiten Bildes entsprechend in den ersten Bildpuffern **28** und **30**, und den zweiten Bildpuffern **32** und **34** gespeichert werden. Die Schalter **48** und **54** können so eingestellt werden, dass abwechselnd Bilddaten des ersten und des zweiten Bildes in interleaving Art im externen Speicher **74** gespeichert werden. Dieser Vorgang ist in [Fig. 2](#) dargestellt.

[0048] Es gibt mehrere Methoden zum Abrufen und Kombinieren der ersten und zweiten Bilddaten. Wie in [Fig. 3](#) gezeigt, wird in einer Methode jede Zeile des ersten und des zweiten Bildes in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Speichers aus dem externen Speicher **74** abgerufen, im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert, im Datenkombinator **50** kombiniert und in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Prozessors zum Prozessor **72** übermittelt. Alternativ können die ersten und zweiten Bilder auch im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert und dann auf interleaving oder verknüpfende Weise an den Prozessor **72** übermittelt werden, ohne die Bilder im Kombinator **50** zu kombinieren. Über diese Technik kann der Prozessor **72** die Daten auf verschiedene Arten verarbeiten.

[0049] In [Fig. 4](#) ist eine alternative Methode gezeigt, in der der externe Prozessor **72** die Pixeldaten kombiniert. Eine Zeile des ersten Bildes wird aus dem externen Speicher **74** abgerufen, in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Speichers im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert und dann in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Prozessors an den externen Prozessor **72** übermittelt. Eine Zeile des zweiten Bildes wird dann vom externen Speicher **74** abgerufen, im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert und zum externen Prozessor **72** übermittelt. Diese Abfolge setzt sich dann für jede Zeile des ersten und des zweiten Bildes fort. Alternativ kann das gesamte erste Bild aus dem externen Speicher **74** abgerufen und im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert werden, um dann eine Zeile nach der anderen zum externen Prozessor **72** übermittelt zu werden, wie in [Fig. 5](#) gezeigt. Jede Zeile des zweiten Bildes wird dann vom externen Speicher **74** abgerufen, im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert und zum externen Prozessor **72** übermittelt.

[0050] Wenn die Datenübertragungsrate des Prozessors mit der Datenübertragungsrate des Speichers übereinstimmen sollte, kann der Prozessor **72**

die Pixeldaten direkt vom externen Speicher **74** abrufen, entweder auf interleaving oder verknüpfende Art, wie auf [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigt. In allen beschriebenen Techniken vermittelt der Speichercontroller **44** den Datentransfer zwischen dem Bildsensor **10**, dem Prozessor **72** und dem Speicher **74**. Um das Rauschen des Bildsensors **10** zu reduzieren, überträgt der Controller **44** Daten bevorzugt, wenn die Lichtleserschaltung **16** keine Ausgangssignale abrufen.

[0051] Um Videoaufnahmen einzufangen, können die Zeilen der Pixeldaten des ersten Bildes der Aufnahme im externen Speicher **74** gespeichert werden. Wenn die erste Zeile des zweiten Bildes der Aufnahme verfügbar ist, wird die erste Zeile des ersten Bildes in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Speichers aus dem Speicher **74** abgerufen und im Datenkombinator **50** kombiniert, wie auf [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) gezeigt. Die kombinierten Daten werden in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Prozessors an den externen Prozessor **72** übermittelt. Wie in [Fig. 9](#) gezeigt, wird der externe Speicher die Zeilen der Pixeldaten vom ersten Bild sowohl einlesen als auch ausgeben, in Geschwindigkeit der Datenübertragungsrate des Speichers.

[0052] Für Videoaufnahmen können die Puffer **28**, **30**, **32** und **34** die Auflösung der eingehenden Pixeldaten konvertieren. Es gibt zwei gebräuchliche Videostandards, NTSC und PAL. NTSC erfordert 480 horizontale Zeilen. PAL erfordert 590 horizontale Zeilen. Um eine hohe Auflösung für Festbilder zu bieten, kann die Pixelmatrix **12** bis zu 1500 horizontale Zeilen umfassen. Der Bildsensor konvertiert die Ausgabedaten in ein Standardformat. Durch die Konvertierung im Bildsensor kann die Belastung des Prozessors **72** reduziert werden.

[0053] [Fig. 10](#) zeigt eine Technik zum Konvertieren der Auflösung und Reduzieren der Datenmenge. Durch das Reduzieren der Datenmenge werden das Rauschen und der Stromverbrauch des Bildsensors verringert. Zusätzlich dazu werden durch niedrigere Datenmengen die Anforderungen an den externen Speicher reduziert. Über die erste Methode werden 4 durchgehende Spalten und vier durchgehende Zeilen der Pixel auf 2 Spalten und 2 Zeilen reduziert. Die Pixelmatrix **12** umfasst eine 4×4 Pixelgruppe mit roten (R), grünen (G) und blauen (B) Pixeln, die nach der Bayer-Matrix angeordnet sind. Die 4×4-Matrix wird entsprechend den folgenden Gleichungen zu einer 2×2-Matrix reduziert:

$$R = \frac{1}{4} \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \quad (1)$$

$$B = \frac{1}{4} \cdot (B_1 + B_2 + B_3 + B_4) \quad (2)$$

$$G_B = \frac{1}{2} \cdot (G_1 + G_2) \quad (3)$$

$$G_R = \frac{1}{2} \cdot (G_3 + G_4) \quad (4)$$

[0054] Das Nettoergebnis ist eine Einsparung von 75% in der Datenübertragungsrate bei Anordnung nach der Bayer-Matrix.

[0055] [Fig. 11](#) zeigt eine alternative Methode für die Konvertierung der Auflösung. Die zweite Technik bietet eine 4:2:0 Codierung, die kompatibel zu MPEG-2 ist. Die Konvertierung wird gemäß den folgenden Gleichungen vorgenommen:

$$R = \frac{1}{4} \cdot (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) \quad (5)$$

$$B = \frac{1}{4} \cdot (B_1 + B_2 + B_3 + B_4) \quad (6)$$

$$G_B = \frac{1}{2} \cdot (G_1 + G_2) \quad (7)$$

$$G_R = \frac{1}{2} \cdot (G_3 + G_4) \quad (8)$$

$$G_{BB} = \frac{1}{2} \cdot (G_5 + G_6) \quad (9)$$

$$G_{RR} = \frac{1}{2} \cdot (G_7 + G_8) \quad (10)$$

[0056] Das Nettoergebnis ist eine Einsparung von 62,5% in der Datenübertragungsrate.

[0057] [Fig. 12](#) zeigt eine weitere alternative Methode für die Konvertierung der Auflösung. Die dritte Methode bietet eine 4:2:2 Codierung nach den folgenden Gleichungen:

$$G_{12} = \frac{1}{2} \cdot (G_1 + G_2) \quad (11)$$

$$G_{34} = \frac{1}{2} \cdot (G_3 + G_4) \quad (12)$$

$$G_{56} = \frac{1}{2} \cdot (G_5 + G_6) \quad (13)$$

$$G_{78} = \frac{1}{2} \cdot (G_7 + G_8) \quad (14)$$

$$R_{12} = \frac{1}{2} \cdot (R_1 + R_2) \quad (15)$$

$$R_{34} = \frac{1}{2} \cdot (R_3 + R_4) \quad (16)$$

$$B_{12} = \frac{1}{2} \cdot (B_1 + B_2) \quad (17)$$

$$B_{34} = \frac{1}{2} \cdot (B_3 + B_4) \quad (18)$$

[0058] Das Nettoergebnis ist eine Einsparung von 50% in der Datenübertragungsrate.

[0059] Um Energie zu sparen kann der Speichercontroller **44** die Stromzufuhr zum externen Speicher **74** unterbrechen, wenn dieser weder Daten sendet noch empfängt. Um diese Funktion zu erreichen, kann der Controller **44** über einen Leistungssteuerelementkontakt **76** verfügen, der mit dem CKE-Kontakt des SDRAM verbunden ist (siehe [Fig. 1](#)).

[0060] [Fig. 13](#) zeigt eine Ausführungsform einer Zellenstruktur für ein Pixel **14** der Pixelmatrix **12**. Das Pixel **14** kann einen Fotodetektor **100** enthalten. Die-

ser Fotodetektor **100** kann zum Beispiel eine Fotodiode sein. Der Fotodetektor **100** kann mit einem Resettransistor **112** verbunden sein. Der Fotodetektor **100** kann auch über einen Pegelverschiebungstransistor **116** mit einem Auswahltransistor **114** gekoppelt sein. Die Transistoren **112**, **114** und **116** können Feldeffekttransistoren (FET) sein.

[0061] Das Gate des Resettransistors **112** kann an eine RST-Leitung **118** angeschlossen sein. Der Drain des Transistors **112** kann mit einer IN-Leitung **120** verbunden sein. Das Gate des Auswahltransistors **114** kann an eine SEL-Leitung **122** angeschlossen sein. Die Source des Transistors **114** kann mit einer OUT-Leitung **124** verbunden sein. Die Leitungen RST **118** und SEL **122** können allgemein verwendbar für eine ganze Zeile von Pixeln in der Pixelmatrix **12** sein. Ebenso können die Leitungen IN **120** und OUT **124** allgemein verwendbar für eine ganze Spalte von Pixeln in der Pixelmatrix **12** sein. Die RST-Leitung **118** und die SEL-Leitung **122** sind mit dem Zeilendekodierer **20** verbunden und Teil der Steuerleitungen **22**.

[0062] [Fig. 14](#) zeigt eine Ausführungsform einer Lichtleseschaltung **16**. Die Lichtleseschaltung **16** kann eine Mehrzahl von Kondensatorschaltungen für Doppelabtastung **150** enthalten, die jeweils mit einer OUT-Leitung der Pixelmatrix **12** verbunden sind. Jede Schaltung für Doppelabtastung **150** kann einen ersten Kondensator **152** und einen zweiten Kondensator **154** umfassen. Der erste Kondensator **152** ist über Schalter **158** und **160** jeweils mit der OUT-Leitung **124** und der Erdung GND1 **156** gekoppelt. Der zweite Kondensator **154** ist über Schalter **162** und **164** jeweils mit der OUT-Leitung **124** und der Erdung GND1 gekoppelt. Die Schalter **158** und **160** werden durch die Steuerleitung SAM1 **166** gesteuert. Die Schalter **162** und **164** werden durch die Steuerleitung SAM2 **168** gesteuert. Durch Schließen eines Schalters **170** können die Kondensatoren **152** und **154** miteinander verbunden sein, um eine Spannungsabnahme vorzunehmen. Der Schalter **170** wird durch eine Steuerleitung SUB **172** gesteuert.

[0063] Die Schaltung für Doppelabtastung **150** ist über eine Mehrzahl von ersten Schaltern **182** und eine Mehrzahl von zweiten Schaltern **184** mit einem Operationsverstärker **180** verbunden. Der Verstärker **180** hat einen Minuspol $-$, der über die ersten Schalter **182** mit den ersten Kondensatoren **152** gekoppelt ist, und einen Pluspol $+$, der über die zweiten Schalter **184** mit den zweiten Kondensatoren **154** gekoppelt ist. Der Operationsverstärker **180** hat einen positiven Ausgang $+$, verbunden mit einer Ausgabeleitung OP **188**, und einen negativen Ausgang $-$, verbunden mit einer Ausgabeleitung OM **186**. Die Ausgabeleitungen **186** und **188** sind mit dem ADC **24** verbunden (siehe [Fig. 1](#)).

[0064] Der Operationsverstärker **180** bietet ein verstärktes Signal, welches den Unterschied zwischen der Spannung im ersten Kondensator **152** und der Spannung im zweiten Kondensator **154** einer Schaltung für Doppelabtastung **150** darstellt, der mit dem Verstärker **180** verbunden ist. Die Verstärkung des Verstärkers **180** kann durch Einstellen eines Drehkondensators **190** geändert werden. Der Drehkondensator **190** kann durch Schließen eines Paares von Schaltern **192** entladen werden. Die Schalter **192** können mit einer entsprechenden Steuerleitung (nicht dargestellt) verbunden sein. Obwohl ein einzelner Verstärker dargestellt und beschrieben ist, können auch mehrere Verstärker in der Lichtleseschaltung **16** verwendet werden.

[0065] [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) zeigen den Betrieb des Bildsensors **10** in einem ersten Modus, der auch als rauscharmer Modus bezeichnet wird. In einem Prozessblock **300** wird ein Referenzsignal in jedes Pixel **14** der Pixelmatrix geschrieben, dann wird ein erstes Referenz-Ausgangssignal in der Lichtleseschaltung **16** gespeichert. Mit Bezug auf [Fig. 13](#) und [Fig. 16](#) kann dies erreicht werden, indem die Leitungen RST **118** und IN **120** von einer niedrigen Spannung auf eine hohe Spannung geschaltet werden, um den Transistor **112** einzuschalten. Die RST-Leitung **118** ist für eine komplette Zeile hoch getrieben. Die IN-Leitung **120** ist für eine komplette Spalte hoch getrieben. In der bevorzugten Ausführungsform wird zuerst die RST-Leitung **118** hoch getrieben, während die IN-Leitung **120** anfangs niedrig bleibt.

[0066] Die RST-Leitung **118** kann mit einem Tristate-Puffer (nicht dargestellt) verbunden sein, der geschaltet wird, wenn die IN-Leitung **120** in einen hohen Zustand geschaltet wird. Dadurch kann die Gate-Spannung zu einem Wert ansteigen, der höher ist als die Spannung an der IN-Leitung **120**. Dadurch wird der Transistor **112** in den Triodenbereich eingehen. Im Triodenbereich entspricht die Spannung über der Fotodiode **100** in etwa der Spannung an der IN-Leitung **120**. Durch das Erzeugen einer höheren Gate-Spannung wird der Fotodetektor zu einem Level zurückgesetzt, welches dem Vdd nahe ist. CMOS-Sensoren vorangehender Art setzen den Fotodetektor auf einen Level von Vdd-Vgs zurück, wobei Vgs bis zu 1 V betragen kann.

[0067] Die SEL-Leitung **122** wird ebenfalls auf ein hohes Spannungsniveau geschaltet, wodurch der Transistor **114** eingeschaltet wird. Die Spannung der Fotodiode **100** wird über den Pegelverschiebungstransistor **116** und den Auswahltransistor **114** der OUT-Leitung **124** zugeführt. Die Steuerleitung SAM1 **166** der Lichtleseschaltung **16** (siehe [Fig. 14](#)) ist so geschaltet, dass die Spannung der OUT-Leitung **124** im ersten Kondensator **152** gespeichert wird.

[0068] Gemäß [Fig. 15](#) werden die Pixel der Pixel-

matrix in einem Prozessblock **302** dadurch zurückgesetzt und die Resetausgangssignale werden in der Lichtleseschaltung **16** gespeichert. Entsprechend [Fig. 13](#) und [Fig. 16](#) wird dies erreicht, indem die RST-Leitung **118** auf ein niedriges Niveau gebracht wird, um den Transistor **112** auszuschalten und die Pixel **14** zurückzusetzen. Wenn der Transistor **112** ausgeschaltet wird, entsteht ein Resetrauschen, eine Ladungsinjektion und eine Taktdurchgangsspannung, die in der Fotodiode **100** liegt. Wie in [Fig. 17](#) gezeigt, reduziert das Rauschen die Spannung des Fotodetektors **100**, sobald der Transistor **112** zurückgesetzt wird.

[0069] Die SAM2-Leitung **168** wird hoch getrieben, die SEL-Leitung **122** niedrig, dann wieder hoch, so dass die pegelverschobene Spannung der Fotodiode **100** als Resetausgangssignal im zweiten Kondensator **154** der Lichtleseschaltung **16** gespeichert wird. Die Prozessblöcke **300** und **302** werden für jedes Pixel **14** der Matrix **12** wiederholt.

[0070] Entsprechend [Fig. 15](#) werden dann die Resetausgangssignale in einem Prozessblock **304** von den ersten Referenz-Ausgangssignalen abgezogen, um Rausch-Ausgangssignale zu erzeugen, die dann durch den ADC **24** in digitale Bitfolgen konvertiert werden. Die digitalen Ausgabedaten werden im externen Speicher **74** mittels einer der Techniken gespeichert, die in [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 8](#) oder [Fig. 9](#) beschrieben ist. Die Rauschsignale entsprechen den Pixeldaten des ersten Bildes. Entsprechend [Fig. 14](#) kann der Subtraktionsprozess erreicht werden, indem die Schalter **182**, **184** und **170** der Lichtleseschaltung **16** (siehe [Fig. 14](#)) geschlossen werden, um die Spannung über den zweiten Kondensator **154** von der Spannung über den ersten Kondensator **152** abzuziehen.

[0071] Entsprechend [Fig. 15](#) werden in einem Block **306** Ausgangssignale mit Lichtreaktion von den Pixeln **14** der Pixelmatrix **12** empfangen und in der Lichtleseschaltung **16** gespeichert. Die Ausgangssignale mit Lichtreaktion entsprechen dem optischen Bild, welches durch den Bildsensor **10** erfasst wird. Entsprechend [Fig. 13](#), [Fig. 14](#) und [Fig. 16](#) kann dies erreicht werden, indem die Leitungen IN **120**, SEL **122** und SAM2 **168** in einem hohen Zustand und RST **188** in einem niedrigen Zustand gehalten werden. Der zweite Kondensator **152** der Lichtleseschaltung **16** speichert eine pegelverschobene Spannung der Fotodiode **100** als Ausgangssignal mit Lichtreaktion.

[0072] Entsprechend [Fig. 15](#) wird dann in einem Block **308** ein zweites Referenz-Ausgangssignal in den Pixeln **14** erzeugt und in der Lichtleseschaltung **16** gespeichert. Entsprechend [Fig. 13](#), [Fig. 14](#) und [Fig. 16](#) kann dies durch einen Prozess erreicht werden, der dem Erzeugen und Speichern des ersten Referenz-Ausgangssignals gleicht. Die RST-Leitung

118 wird erst hoch getrieben und geht dann in einen Tri-State. Die IN-Leitung **120** wird dann hoch getrieben, um den Transistor **112** in den Triodenbereich zu bringen, so dass die Spannung über der Fotodiode **100** der Spannung an der IN-Leitung **120** entspricht. Die Leitungen SEL **122** und SAM2 **168** werden dann hoch getrieben, um die zweite Referenz-Ausgangsspannung im ersten Kondensator **154** der Lichtleseschaltung **16** zu speichern. Die Prozessblöcke **306** und **308** werden für jedes Pixel **14** der Matrix **12** wiederholt.

[0073] Entsprechend [Fig. 15](#) wird in einem Block **310** das Ausgangssignal mit Lichtreaktion vom zweiten Referenz-Ausgangssignal abgezogen, um ein normiertes Ausgangssignal mit Lichtreaktion zu erzeugen. Das normierte Ausgangssignal mit Lichtreaktion wird in eine digitale Bitfolge konvertiert, um normierte Licht-Ausgangsdaten zu erzeugen, die in den zweiten Bildpuffern **32** und **34** gespeichert werden. Die normierten Ausgangssignale mit Lichtreaktion entsprechen den Pixeldaten des zweiten Bildes. Entsprechend den [Fig. 13](#), [Fig. 14](#) und [Fig. 16](#) kann der Subtraktionsprozess erreicht werden, indem die Schalter **170**, **182** und **184** der Lichtleseschaltung **16** geschlossen werden, um die Spannung über den ersten Kondensator **152** von der Spannung über den zweiten Kondensator **154** abzuziehen. Der Unterschied wird dann durch den Verstärker **180** verstärkt und über den ADC **24** als Lichtreaktionsdaten in eine digitale Bitfolge konvertiert.

[0074] Entsprechend [Fig. 15](#) werden in einem Block **312** die Rauschdaten aus dem externen Speicher abgerufen. In einem Block **314** werden die Rauschdaten mit den normierten Licht-Ausgabedaten kombiniert (subtrahiert), nach einer der Techniken beschrieben in den [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 5](#), [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) oder [Fig. 8](#). Die Rauschdaten entsprechen dem ersten Bild und die normierten Licht-Ausgabedaten entsprechen dem zweiten Bild. Das zweite Referenz-Ausgangssignal ist dasselbe oder weitgehend dasselbe wie das erste Referenz-Ausgangssignal, da die vorhandene Technik die durch Resetrauschen, Ladungsinjektion und Taktdurchgang entstandenen Rauschdaten vom normierten Lichtreaktionssignal abzieht. Dies verbessert das Signal-Rausch-Verhältnis der endgültigen Bilddaten. Der Bildsensor nimmt diese Rauschunterdrückung mit einem Pixel vor, der nur über drei Transistoren verfügt. Dadurch bietet der Bildsensor Rauschunterdrückung, während der Pixelabstand relativ klein gehalten wird. Dieser Prozess wird erreicht, indem ein externer Prozessor **72** und ein externer Speicher **74** eingesetzt werden.

[0075] Der beschriebene Prozess wird in einer Sequenz über die verschiedenen Zeilen der Pixel in der Pixelmatrix **12** vorgenommen. Wie in [Fig. 16](#) gezeigt kann die n-te Zeile der Pixelmatrix Rauschsignale erzeugen, während die n – l-te Zeile normierte Lichtre-

aktionssignale erzeugt, wobei I die Belichtungsdauer im Mehrfachen einer Zeilenperiode darstellt.

[0076] Entsprechend [Fig. 17](#) wird die Resetspannung um einen beträchtlichen Anteil fallen und verzögerte Daten liefern, wenn ein Pixel Lichteinstrahlung von hoher Intensität ausgesetzt ist, wie zum Beispiel durch direktes Sonnenlicht oder Reflektionen in einer spiegelnden Oberfläche. So könnte die Kamera zum Beispiel einen dunklen Fleck anstatt der hellen Belichtung anzeigen.

[0077] Um solch einen Fall zu verhindern, kann der Resetlevel mit einem Schwellenwert abgeglichen werden. So kann zum Beispiel der in [Fig. 1](#) gezeigte Kombinator **50** den Resetlevel mit einem reservierten Schwellenwert vergleichen. Der Schwellenwert darf auf einen Wert von 100 mV über dem Resetlevel gewählt werden, wenn der Bildsensor nicht direkter Belichtung ausgesetzt ist. Wenn der Resetlevel den Schwellenwert überschreitet kann der Kombinator **50** den maximalen Belichtungswert ausgeben. Wenn ein System zum Beispiel einen 10-Bit-Wert liefert, kann der Kombinator **50** 11 1111 1111 ("MAX Signal") ausgeben. Der Kombinator **50** kann auch einen Klemme-Wert einstellen, der dem obersten Limit minus Eins entspricht (in diesem Fall 11 1111 1110). Der Klemme-Wert entspricht dem Maximalwert, der durch normale Verarbeitung erkannt werden kann.

[0078] Der Kombinator **50** kann einen speziellen, reservierten Code, wie zum Beispiel 11 0000 0000 ("MAX Signal"), ausgeben, um den maximalen Belichtungswert zu repräsentieren. Für die normale Verarbeitung, also wenn der Resetlevel den Schwellenwert nicht überschreitet, kann der Kombinator **50** alle möglichen Codes außer diesem speziellen, reservierten Code ausgeben. Wenn zum Beispiel die normale Verarbeitung einen Wert ausgibt, der diesem reservierten Code entspricht, wird der Kombinator **50** zum nächsthöheren Code springen, in diesem Beispiel 11 0000 0001.

[0079] Auf diese Art kann der Prozessor **72** einwandfrei feststellen, dass ein Pixelwert einem den Schwellenwert überschreitenden Resetlevel entspricht, da dieses Pixel übermäßiger Belichtung ausgesetzt ist, wenn der Pixelwert dem MAX Signal entspricht. Der Prozessor **72** kann dann mit der Bildverarbeitung des vom Bildsensor **10** empfangenen Bildes fortfahren, um wie folgt das Bildartefakt des dunklen Ringes zu entfernen.

[0080] Wie in [Fig. 17A](#) gezeigt, kann das Bild einen dunklen Ring **320** um einen hellen Fleck **322** enthalten, der von einem Außenbereich **324** begrenzt ist. Der Prozessor **72** kann die Pixel analysieren, um zu bestimmen, ob die Pixel neben einem Pixel mit MAX Signal einen MAX oder Klemme-Wert haben sollten. Wenn zum Beispiel ein erstes Pixel einen MAX-Wert

und ein zweites Pixel einen Klemme-Wert hat und ein drittes Pixel niedriger als Klemme ist, wobei das dritte Pixel physikalisch zwischen dem ersten und dem zweiten Pixel liegt, und keine intervenierenden Pixel zwischen dem ersten und dem dritten Pixel liegen, die entweder einen MAX oder einen Klemme-Wert haben, dann wird das dritte Pixel der verdunkelten Region **320** zugerechnet und ihm wird ein MAX oder Klemme-Wert zugeteilt. Eine Zeile Pixel kann analysiert werden, um eine Variation in den Werten zu bestimmen und das dritte Pixel entsprechend zuzuweisen. Eine alternative Ausführungsform kann den Kombinator **50** verwenden, um die Zuordnung des dritten Pixels entsprechend vorzunehmen. Dieser Prozess kann entsprechend den folgenden Schritten vorgenommen werden:

- 1) Initialisiert Markierung RIGHT_OF_MAX auf 0.
- 2) Initialisiert Markierung RIGHT_OF_CLAMP auf 0.
- 3) Scannt Pixel von links nach rechts. Während des Scannens werden die folgenden Schritte vorgenommen:
 - a) Wenn ein Übergang von einem MAX-Pixel zu einem nicht-MAX-Pixel stattfindet, wird RIGHT_OF_MAX auf 1 gesetzt.
 - b) Wenn ein Übergang von einem nicht-MAX-Pixel zu einem MAX-Pixel stattfindet, wird RIGHT_OF_MAX auf 0 zurückgesetzt.
 - c) Wenn ein Übergang von einem CLAMP-Pixel zu einem nicht-CLAMP-Pixel stattfindet, wird RIGHT_OF_CLAMP auf 1 gesetzt.
 - d) Wenn ein Übergang von einem nicht-CLAMP-Pixel zu einem CLAMP-Pixel stattfindet, wird RIGHT_OF_CLAMP auf 0 zurückgesetzt.
- e) Für jedes Pixel wird die Markierung PIXEL_RIGHT_OF_MAX auf den aktuellen Wert von RIGHT_OF_MAX gesetzt und PIXEL_RIGHT_OF_CLAMP auf den aktuellen Wert von RIGHT_OF_CLAMP.
- 4) Initialisiert Markierung LEFT_OF_MAX auf 0.
- 5) Initialisiert Markierung LEFT_OF_CLAMP auf 0.
- 6) Dann wird von rechts nach links gescannt. Während des Scannens werden die folgenden Schritte vorgenommen:
 - a) Wenn ein Übergang von einem MAX-Pixel zu einem nicht-MAX-Pixel stattfindet, wird LEFT_OF_MAX auf 1 gesetzt.
 - b) Wenn ein Übergang von einem nicht-MAX-Pixel zu einem MAX-Pixel stattfindet, wird LEFT_OF_MAX auf 0 zurückgesetzt.
 - c) Wenn ein Übergang von einem CLAMP-Pixel zu einem nicht-CLAMP-Pixel stattfindet, wird LEFT_OF_CLAMP auf 1 gesetzt.
 - d) Wenn ein Übergang von einem nicht-CLAMP-Pixel zu einem CLAMP-Pixel stattfindet, wird LEFT_OF_CLAMP auf 0 zurückgesetzt.
- e) Für jedes Pixel wird die Markierung

PIXEL_LEFT_OF_MAX auf den aktuellen Wert von LEFT_OF_MAX gesetzt und PIXEL_LEFT_OF_CLAMP auf den aktuellen Wert von LEFT_OF_CLAMP.

7) Abschließend wird von links nach rechts gescannt. Während des Scannens werden die folgenden Schritte vorgenommen:

a) Wenn das Pixel $\text{PIXEL_RIGHT_OF_MAX} = 1$ und $\text{PIXEL_LEFT_OF_CLAMP} = 1$, oder $\text{PIXEL_LEFT_OF_MAX} = 1$ und $\text{PIXEL_RIGHT_OF_CLAMP} = 1$ aufweist, gehört dieses Pixel in die verdunkelte Region **730** und wird entsprechend markiert.

[0081] Diese Schrittfolge ist sowohl im Kombinator **50** als auch im Prozessor **72** anwendbar.

[0082] Die verschiedenen Kontrollsignale RST, SEL, IN, SAM1, SAM2 und SUB können in der Schaltung generiert werden, die als Zeilendekodierer **20** bekannt ist. [Fig. 18](#) zeigt eine Ausführungsform einer Logik zum Erzeugen der Signale IN, SEL, SAM1, SAM2 und RST entsprechend dem Takt diagramm in [Fig. 16](#). Die Logik kann eine Mehrzahl von Komparatoren **350** umfassen, deren einer Eingang mit einem Zähler **352** verbunden ist, der andere Eingang zu einem festverdrahteten Signal, das einen unteren Zählwert und einen oberen Zählwert umfassen kann. Der Zähler **352** erzeugt abfolgend einen Zählwert. Die Komparatoren **350** vergleichen den aktuellen Zählwert mit dem unteren Zählwert und dem oberen Zählwert. Wenn der aktuelle Zählwert zwischen den Werten des unteren und des oberen Zählwertes liegt, geben die Komparatoren **350** eine logische 1 aus.

[0083] Die Komparatoren **350** sind mit einer Mehrzahl von UND-Gattern **356** und ODER-Gattern **358** verbunden. Die ODER-Gatter **358** sind mit den Latches **360** verbunden. Die Latches **360** bieten die entsprechenden Signale IN, SEL, SAM1, SAM2 und RST. Die UND-Gatter **356** sind auch mit einer Modusleitung **364** verbunden. Um entsprechend dem Takt diagramm in [Fig. 16](#) zu operieren, ist die Modusleitung **364** auf eine logische 1 gestellt.

[0084] Die Latches **360** schalten zwischen einer logischen 0 und einer logischen 1, entsprechend der Logik, die durch die UND-Gatter **356**, die ODER-Gatter **358**, die Komparatoren **350** und den aktuellen Zählwert des Zählers **352** ermittelt wird. Angenommen, die festverdrahteten Signale des mit dem IN-Latch gekoppelten Komparators können zum Beispiel einen Zählwert von 6 und einen Zählwert von 24 enthalten. Wenn der Zählwert des Zählers größer oder gleich 6 aber kleiner als 24 ist, wird der Komparator **350** eine logische 1 liefern, wodurch der IN-Latch **360** eine logische 1 ausgeben wird. Die unteren und oberen Zählwerte bestimmen die Sequenz und Dauer der in [Fig. 16](#) gezeigten Pulse. Die Modusleitung **364** kann auf eine logische 0 geschaltet

werden, wodurch der Bildsensor in einem zweiten Modus funktionieren würde.

[0085] Der Sensor **10** kann eine Mehrzahl von Reset-Treibern RST(n) **370** umfassen, wobei jeder Treiber **370** mit einer Zeile Pixel verbunden ist. In [Fig. 19](#) und [Fig. 20](#) ist ein Beispiel für eine Treiberschaltung **370** und den Betrieb der Schaltung **370** gezeigt. Jeder Treiber **370** kann über ein Paar NOR-Gatter **372** verfügen, die mit den RST und SAM1-Latches verbunden sind, wie in [Fig. 18](#) dargestellt. Die NOR-Gatter kontrollieren den Zustand eines Tristate-Puffers **374**. Der Tristate-Puffer **374** ist mit den Resettransistoren in einer Zeile Pixel verbunden. Der Input des Tristate-Puffers ist mit einem UND-Gatter **376** verbunden, das mit einem RST-Latch und einer Zeilenaktivierungsleitung ROWEN(n) verbunden ist.

[0086] [Fig. 21](#) und [Fig. 22](#) zeigen den Betrieb des Bildsensors in einem zweiten Modus, der auch als Modus mit erweitertem Dynamikbereich bezeichnet wird. In diesem Modus bietet das Bild eine ausreichende Menge optischer Energie, so dass das SNR angemessen ist, auch ohne die Techniken zur Rauschunterdrückung beschrieben in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#). Dabei ist zu beachten, dass die Techniken zur Rauschunterdrückung beschrieben in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) dennoch eingesetzt werden können, wenn der Bildsensor **10** im Modus mit erweitertem Dynamikbereich ist. Der Modus mit erweitertem Dynamikbereich bietet sowohl eine kurze Belichtungszeit als auch eine lange Belichtungszeit. Entsprechend [Fig. 21](#) wird in einem Block **400** jedes Pixel **14** zurückgesetzt, um eine kurze Belichtungszeit zu starten. Der Modus des Bildsensors kann durch den Prozessor **72** eingestellt werden, um zu bestimmen, ob der Sensor in einem rauscharmen Modus oder im Modus mit erweitertem Dynamikbereich agieren soll.

[0087] In einem Block **402** wird ein Ausgangssignal mit kurzer Belichtung im ausgewählten Pixel generiert und im zweiten Kondensator **154** der Lichtleseschaltung **16** gespeichert.

[0088] In einem Block **404** wird das ausgewählte Pixel dann zurückgesetzt. Die pegelverschobene Resetspannung der Fotodiode **100** wird im ersten Kondensator **152** der Lichtleseschaltung **16** als Reset Ausgangssignal gespeichert. Das Ausgangssignal mit kurzer Belichtung wird in der Lichtleseschaltung **16** vom Reset Ausgangssignal abgezogen. Der Unterschied zwischen dem Signal mit kurzer Belichtung und dem Reset signal wird durch den ADC **24** in eine binäre Bitfolge konvertiert und im externen Speicher **74** entsprechend einer der Techniken beschrieben in [Fig. 2](#), [Fig. 3](#), [Fig. 8](#) oder [Fig. 9](#) gespeichert. Die Daten bei kurzer Belichtung entsprechen den Pixeldaten des ersten Bildes. Dann wird jedes Pixel erneut zurückgesetzt, um eine lange Belichtungszeit zu starten.

[0089] In einem Block **406** speichert die Lichtleseschaltung **16** ein Ausgangssignal mit langer Belichtung des Pixels im zweiten Kondensator **154**. In einem Block **408** wird das Pixel zurückgesetzt und die Lichtleseschaltung **16** speichert das Resetausgangssignal im ersten Kondensator **152**. Das Ausgangssignal mit langer Belichtung wird vom Resetausgangssignal abgezogen, verstärkt und durch den ADC **24** als Daten bei langer Belichtung in eine binäre Bitfolge konvertiert.

[0090] Entsprechend [Fig. 21](#) werden in einem Block **410** die Daten bei kurzer Belichtung aus dem externen Speicher abgerufen. In einem Block **412** werden die Daten bei kurzer Belichtung mit den Daten bei langer Belichtung kombiniert, nach einer der Techniken beschrieben in den [Fig. 3](#), [Fig. 4](#), [Fig. 5](#), [Fig. 6](#), [Fig. 7](#) oder [Fig. 8](#). Die Daten können auf unterschiedliche Arten kombiniert werden. Der externe Prozessor **72** kann zuerst das Bild mit Daten bei langer Belichtung analysieren. Die Fotodiode kann gesättigt sein, wenn das Bild zu hell ist. Normalerweise würde dies zu einem "verwaschenen" Bild führen. Der Prozessor **72** kann die Daten bei langer Belichtung verarbeiten, um zu bestimmen, ob das Bild verwaschen ist, und wenn dies der Fall ist, kann der Prozessor **72** die Bilddaten bei kurzer Belichtung verwenden. Der Prozessor **72** kann auch sowohl die Daten bei langer als auch bei kurzer Belichtung verwenden, um die gesättigten Teile der erfassten Bilder zu kompensieren.

[0091] In einem Beispiel kann so das Bild im Ausgangszustand komplett auf Nullstellen gesetzt sein. Der Prozessor **72** analysiert dann die Daten bei langer Belichtung. Wenn die Daten bei langer Belichtung einen Schwellenwert nicht überschreiten, dann werden die N Bits mit dem niedrigsten Stellenwert (least significant bits, LSB) des Bildes mit allen N Bits der Daten bei langer Belichtung ersetzt. Wenn die Daten bei langer Belichtung einen Schwellenwert überschreiten, dann werden die N Bits mit dem höchsten Stellenwert (most significant bits, MSB) des Bildes mit allen N Bits der Daten bei kurzer Belichtung ersetzt. Diese Technik steigert den Dynamikbereich um M Bits, wobei M die Exponente in einem Belichtungs-dauerverhältnis von langer zu kurzer Belichtung ist, welches durch die Gleichung $l = 2^M$ definiert ist. Das ersetzte Bild kann einer logarithmischen Abbildung zum endgültigen Bild von N Bits unterzogen werden, entsprechend der Abbildungsgleichung $Y = 2^{N \log_2(X)/(N + M)}$.

[0092] [Fig. 22](#) zeigt den Takt der Datengenerierung und -abrufung für die Daten bei langer und kurzer Belichtung. Das Auslesen von Ausgangssignalen aus der Pixelmatrix **12** überschneidet sich mit dem Abrufen von Signalen aus dem Speicher **74**. [Fig. 22](#) zeigt den Takt der Datengenerierung und -abrufung, wobei eine n-te Zeile Pixel bei kurzer Belichtungszeit star-

tet, die (n - k)-te Zeile die Zeit bei kurzer Belichtung beendet und die Zeit bei langer Belichtung startet und die (n - k - l)-te Zeile der Pixel die Zeit bei langer Belichtung beendet. Dabei ist k die Dauer der kurzen Belichtung multipliziert mit der Zeilenperiode, und l ist die Dauer der langen Belichtung multipliziert mit der Zeilenperiode.

[0093] Der Speichercontroller **44** beginnt zur gleichen Zeit Daten bei kurzer Belichtung für die Pixel in Zeile (n - k - l) abzurufen, zu der die (n - k - l)-te Pixelmatrix die Dauer bei langer Belichtung abschließt. Am Anfang jeder Zeilenperiode ruft die Lichtleseschaltung **16** die Ausgangssignale bei kurzer Belichtung aus der (n - k)-ten Zeile der Pixelmatrix **12** ab, angezeigt durch die Aktivierung der Signale SAM1, SAM2, SEL(n - k) und RST(n - k). Die Lichtleseschaltung **16** ruft dann die Daten bei langer Belichtung der (n - k - l)-te Zeile ab.

[0094] Der duale Modus des Bildsensors **10** kann die variierende Helligkeit des Bildes kompensieren. Wenn die Helligkeit des Bildes zu niedrig ist, sind die Ausgangssignale der Pixel relativ niedrig. Normalerweise würde dies zu einer Reduzierung des SNR der vom Sensor ausgegebenen Daten führen, ausgehend von der Annahme, dass das durchschnittliche Rauschen relativ konstant bleibt. Das in [Fig. 15](#) und [Fig. 16](#) gezeigte Rauschunterdrückungsschema verbessert das SNR der Ausgabedaten, so dass der Bildsensor qualitativ hochwertige Bilder liefert, auch wenn das abgebildete Subjekt relativ dunkel ist. Umgekehrt bedeutet dies, wenn das abgebildete Subjekt zu hell ist, wird der in [Fig. 21](#) und [Fig. 22](#) dargestellte Modus mit erweitertem Dynamikbereich diese Helligkeit kompensieren, um ein qualitativ hochwertiges Bild zu liefern.

[0095] [Fig. 23a](#) zeigt eine alternative Ausführungsform eines Bildsensors mit einem Prozessorbus **70'**, verbunden mit dem externen Prozessor **72**, und einem separaten Speicherbus **70''**, verbunden mit dem externen Speicher **74**. Über diese Konfiguration kann der Prozessor **72** auf Daten zugreifen, während der Speicher **74** Daten speichert und übermittelt. Diese Ausführungsform ermöglicht auch langsamere Taktraten im Prozessorbus **70'** als im Bus **68** der in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsform.

[0096] [Fig. 23b](#) zeigt eine weitere Ausführungsform, in der der Prozessor **72** mit einer separaten Datenschnittstelle **500** gekoppelt ist und der externe Speicher **74** mit dem separaten Speichercontroller **44** verbunden ist.

[0097] [Fig. 24](#) zeigt eine weitere Ausführungsform eines Bildsensors mit einer Datenschnittstelle **500** verbunden mit den Puffern **28**, **30**, **32** und **34**. Die Schnittstelle **500** ist über einen Prozessorbus **502** mit einem externen Prozessor **72** verbunden. In dieser

Konfiguration ist der externe Speicher **74** über einen separaten Speicherbus **504** mit dem Prozessor **72** verbunden. Sowohl für Festbilder als auch Videoaufnahmen werden die ersten und zweiten Bilder dem externen Prozessor interleaving geliefert.

[0098] [Fig. 25](#) zeigt eine alternative Ausführungsform eines Bildsensors ohne die Puffer **28**, **30**, **32** und **34**. In dieser Ausführungsform ist der ADC **24** direkt mit dem externen Prozessor **72** verbunden. Der Prozessor **72** nimmt Berechnungen vor, wie zum Beispiel kombinieren (subtrahieren) der Rauschdaten mit den normierten Lichtausgangsdaten, oder der Daten bei kurzer Belichtung mit den Daten bei langer Belichtung.

[0099] [Fig. 26](#) zeigt einen externen Prozessor, der einen DMA-Controller **510**, einen Pufferspeicher **512** und eine bildverarbeitende Einheit **514** umfasst. Der Bildsensor **10** ist mit dem DMA-Controller **510** verbunden. Der DMA-Controller **510** des Prozessors transferiert die Bilddaten des ersten und des zweiten Bildes in einer interleaving oder verknüpfenden Art in den Speicher **74**. Der DMA-Controller **510** kann auch Bilddaten in den Pufferspeicher **512** übertragen, damit diese von der bildverarbeitenden Einheit **514** bearbeitet werden können.

[0100] In [Fig. 27A–F](#), [Fig. 28](#) und [Fig. 29](#) ist eine weitere Ausführungsform gezeigt, in der Bilder unterschiedlicher Belichtungszeiten kombiniert werden, um ein endgültiges Bild zu bieten. Die Bilder der unterschiedlichen Belichtungszeiten werden als Bild A, B, D und F bezeichnet.

[0101] Die Belichtungsdauer vom ersten bis zum letzten Bild kann von länger zu kürzer variieren, so dass die Belichtungsrate des ersten Bildes länger ist als die Belichtungsrate des vierten Bildes. Die Belichtung kann so eingestellt werden, dass sie in einer Zweierpotenz länger andauert als in der kürzeren Belichtung. Wenn zum Beispiel vier Belichtungen vorgenommen werden und die kürzeste Belichtung 3 Zeilenperioden andauert, kann die nächste Belichtung 2 mal 3 Zeilenperioden, also 6 Zeilenperioden andauern, die nächste dann 6 mal 4, also 24 Zeilenperioden, und die längste 24 mal 4, also 96 Zeilenperioden.

[0102] [Fig. 27A–F](#) zeigen das Einlesen von Zeilen in der Pixelmatrix für die 4 Bilder A, B, D und F bei unterschiedlichen Belichtungsdauern. Bild B hat eine Belichtungsdauer von j Zeilenperioden. Bild D hat eine Belichtungsdauer von k Zeilenperioden, Bild F l Zeilenperioden. Eine Zeilenperiode ist das Intervall von dem Punkt, an dem ein Bild beginnt, eine Zeile zu lesen, bis es beginnt, die nächste Zeile zu lesen. Jedes Bild beginnt die Belichtung in derselben Zeilenperiode und auf derselben Zeile, in der die Belichtung und Auslesung des vorhergehenden Bildes geendet

hat.

[0103] Der Prozess startet in [Fig. 27A](#), wo Bild A aus der Pixelmatrix ausgelesen wird. Wie in [Fig. 27B](#) gezeigt, wird dann Bild B aus der Matrix ausgelesen, exakt j Zeilen hinter Bild A. Die Bilder D und F werden danach folgend ausgelesen, wie in [Fig. 27C](#) und D gezeigt. Bild A startet das Einlesen erneut am Ende der Pixelmatrix, und Bild B startet das Einlesen erneut am Ende der Pixelmatrix, exakt j Zeilen hinter Bild A, wie in [Fig. 27E](#) und F gezeigt. Die Bilder können im Speicher in Form eines Ringpuffers gespeichert werden. Der Speicher kann separate Zeiger haben, die durch die Speicheradressen gehen und Daten lesen und schreiben, ähnlich wie der in [Fig. 27A–F](#) beschriebene Fortschritt. Der Speicher kann so konfiguriert werden, dass bestimmte Speicherblocks bestimmten Bildern zugewiesen werden. Zum Beispiel kann der Speicher einen Datenblock für A Bilder vorbehalten, einen anderen Block für B Bilder. Die Daten können innerhalb jedes Blocks im Ringmuster geschrieben und gelesen werden.

[0104] [Fig. 28](#) zeigt einen Prozess, um Daten zu kombinieren, um ein endgültiges Bild G zu erschaffen. Das Bild A wird vom Speicher ausgelesen und mit Bild B kombiniert, welches aus der Pixelmatrix ausgelesen wird, um so Bild C zu erstellen. Im Falle von Videoaufnahmen können Bild A und B durch eine Auflösungskonvertierungsschaltung verarbeitet werden. Das kombinierte Bild C wird so im Speicher gespeichert, dass das Bild A im Speicher überschrieben werden kann.

[0105] Das Bild C wird dann vom Speicher ausgelesen und mit einem Bild D kombiniert, welches aus der Pixelmatrix ausgelesen wird, um so ein Bild E zu erstellen. Im Falle von Videoaufnahmen kann Bild D durch eine Auflösungskonvertierungsschaltung verarbeitet werden. Die Pixeldaten der Auslesezeile von Bild D werden mit der Wiedergabe der Pixeldaten der kombinierten Zeile von Bild C für dieselbe Zeile kombiniert. Das kombinierte Bild E wird so im Speicher gespeichert, dass das Bild C im Speicher überschrieben werden kann. Das Bild E wird vom Speicher ausgelesen und mit einem Bild F kombiniert, welches aus der Pixelmatrix ausgelesen wird, um so ein endgültiges Bild G zu erstellen. Im Falle von Videoaufnahmen kann Bild F durch eine Auflösungskonvertierungsschaltung verarbeitet werden. Das kombinierte Bild G wird in den Prozessor geschrieben.

[0106] [Fig. 29](#) zeigt den Ablauf des Datenverkehrs im Datenbus **68** in [Fig. 1](#) und [Fig. 23b](#), oder **70"** in [Fig. 23a](#). Wie in [Fig. 29](#) gezeigt, werden in einer Zeilenperiode (1H) die Rohbildzeile $A\ j + k + l + 1$, die kombinierte Bildzeile $C\ k + l + 1$ und die kombinierte Bildzeile $E\ l + 1$ in den Speicher geschrieben, während die Rohbildzeile $A\ k + l + 1$, die kombinierte Bildzeile $C\ l + 1$ und die kombinierte Bildzeile $E\ 1$ aus

dem Speicher zurückgelesen werden. Die kombinierte Bildzeile G 1 wird auch in derselben Zeilenperiode in den Prozessor geschrieben. Im Allgemeinen wird in einer Zeilenperiode die Zeile von Bild G m am Ende von 1H in den Prozessor geschrieben, die Rohbildzeile A $j + k + l + m$, die kombinierte Bildzeile C $k + l + m$ und die kombinierte Bildzeile E $l + m$ werden in den Speicher geschrieben und die Rohbildzeile A $k + l + m$, die kombinierte Bildzeile C $l + m$ und die kombinierte Bildzeile E m werden aus dem Speicher zurückgelesen.

[0107] **Fig. 30** zeigt eine Ausführungsform eines Teils eines Kombinator **50**, die den Modus mit erweitertem Dynamikbereich umsetzt. Es ist gewünscht, dass Daten des externen Prozessors hinsichtlich der Belichtungszeit für die weitere Verarbeitung mit bereitgestellt werden. Der Kombinator **50** erzeugt ein Feld, das Informationen darüber bietet, welche der vier Belichtungen in den Daten enthalten sind, die dem Prozessor bereitgestellt werden. Dieses Feld kann zwei oder mehr Bits lang sein. Für diese Ausführungsform gehen wir davon aus, dass die Mehrzahl der belichteten Bilder mit der längsten Belichtungszeit anfangen und fortschreitend zu immer kürzeren Belichtungen übergehen, bis sie mit der kürzesten Belichtung aufhören. Im Beispiel hinsichtlich der **Fig. 27–Fig. 29** gilt $j > k > l$.

[0108] Wie in **Fig. 30** gezeigt, erhält der Kombinator Input von einem der Akkumulatoren **32** oder **34** und dem Zurücklesenpuffer **56**. Der Kombinator **50** umfasst einen Multiplexer **610** und einen Komparator **630**. I_k und I_{k+1} sind kombinierte Bilder, nur I_0 ist das erste Rohbild mit der längsten Belichtung, in **Fig. 27** als Bild A bezeichnet. H_{k+1} ist das Rohbild aus der Pixelmatrix oder aus einer Auflösungskonvertierungsschaltung. k kann von 0 bis zu eins unter der Anzahl der Belichtungen für ein Bild mit erweitertem Dynamikbereich reichen. So sind zum Beispiel I_0 = Bild A, H_1 = Bild B, H_2 = Bild D, H_3 = Bild F die Rohbilder und I_1 = Bild C, I_2 = Bild E, I_3 = Bild G die kombinierten Bilder. Die Ausgabe des Kombinator **50** kann im Zurücklesenpuffer **56** gespeichert werden (siehe **Fig. 1**).

[0109] Die Quellbezeichnung h ist eine Nummer für jedes Pixel in Bild I_{k-1} und wird vorher vom Kombinator **50** erzeugt und während der Erzeugung von I_{k-1} in den Speicher geschrieben, ausgenommen dem Fall I_0 , in dem die Quellbezeichnung h gleich Null ist. Die Ausgabe des Kombinator **64** $\{j, l_k\}$ bedeutet, dass für jedes Pixel der Wert der Quellbezeichnung j entweder h oder k entspricht, abhängig von der Ausgabe **640** des Komparators **630**.

[0110] Der Komparator **630** und der Multiplexer **610** wählen den Pixelwert mit der kürzesten Belichtung, außer, wenn dieser zu niedrig (also zu dunkel) ist. Dazu wird der Pixelwert mit einem Schwellenwert

verglichen. Durch diese Entscheidung werden überbelichtete Pixelwerte vermieden. Wenn der Komparator **630** eine Ausgabe erstellt, die den Multiplexer **610** veranlasst, den Pixelwert des zuvor kombinierten Bildes I_{k-1} anstelle des Pixelwertes des Rohbildes H_k auszuwählen, dann wird der I_k zugeordneten Quellbezeichnung j für dieses Pixel der Quellbezeichnungswert h zugewiesen, also $j = h$; anderenfalls wird j der Wert k zugewiesen, also $j = k$. So bedeutet zum Beispiel ein $j = 3$ in $\{j, l_3\}$ für ein bestimmtes Pixel in der Rohbild-Sequenz $I_0 H_1 H_2 H_3$, dass der korrespondierende Pixelwert aus dem Rohbild H_3 übernommen wurde. Für jedes Pixel vergleicht der Komparator **630** H_k mit einem vorgegebenen Schwellenwert und weist den Multiplexer **610** an, H_k und Quellbezeichnung k auszugeben, wenn $H_k \geq$ Schwellenwert, oder anderenfalls die Ausgabe I_{k-1} und die Quellbezeichnung h auszugeben. Anders gesagt, wenn $H_k \geq$ Schwellenwert, $j = k$ und $I_k = H_k$, anderenfalls $j = h$ und $I_k = I_{k-1}$. So kann zum Beispiel der Schwellenwert auf 50 von einem Maximum von 255 liegen, bei einem Pixelwert von 8 Bits und der Rate aufeinanderfolgender Belichtungsauern von 4. Die Wahl des Schwellenwertes wird idealerweise so getroffen, dass der Schwellenwert multipliziert mit der Rate weniger als der maximale Bereich des Pixelwertes ist.

[0111] Eine weitere Methode die Bezeichnung j auszuwählen ist es, h zu wählen, ohne die Ausgabe des Komparators **630** zu beachten, wenn die Quellbezeichnung h des Inputs des Kombinator **60** weniger als $k - 1$ für Bilder I_2 und höher beträgt. Dies kommt daher, weil $h < k - 1$ eine vorherige Entscheidung des Komparators **630** anzeigt, da hierbei das Rohbild H_{k-1} einen Pixelwert niedriger als den Schwellenwert hat und daher das Rohbild H_k für dieses Pixel auch einen Pixelwert unterhalb des Schwellenwertes hat, da das Rohbild H_k eine noch niedrigere Belichtungsauer als das Rohbild H_{k-1} hat.

[0112] Das endgültige kombinierte Bild hat für jedes Pixel einen Pixelwert mit verbundener Quellbezeichnung, die den Prozessor über die Belichtungsrate relativ zur längsten Belichtung des ersten Bildes verbunden mit dem Pixelwert informiert. Im letzten Schritt erzeugt der Kombinator **50** $\{j, l_k\}$ für das letzte kombinierte Bild aus dem vorletzten kombinierten Bild I_{k-1} und dem letzten Rohbild H_k . Das letzte kombinierte Bild und seine Quellbezeichnung $\{j, l_k\}$ kann über den Datenbus **68** an den externen Prozessor **72** ausgegeben werden oder im Kombinator **50** verarbeitet werden, um ein lineares Bild mit hohem Dynamikbereich zu erzeugen.

[0113] Um ein lineares Bild mit hohem Dynamikbereich aus dem endgültigen kombinierten Bild $\{j, l_k\}$ zu erzeugen, werden die Pixelwerte anfänglich linearisiert, um Verzerrungen zu entfernen, die während des Licht-zu-Digital Umwandlungsprozesses auftre-

ten können. Zu solchen Quellen gehören Abweichungen in der Kapazität am pn-Übergang mit Vorspannung am Abtastknoten, Abweichungen in der Spannung des Schwellenwertes am source-follower Transistor im Pixel durch einen Körpereffekt und Abweichungen in Eigenschaften anderer analogen Schaltungen durch Änderungen in der Spannung der Pixelausgabe. Diese Abweichungen, als Funktionen der Ausgangsspannung der Pixel, können entweder in der Fabrik oder über einen auf dem Chip befindlichen Schaltkreis zur Selbstkalibrierung charakterisiert und gemessen werden, wie es im Design analoger integrierter Schaltungen üblich ist. Das Ergebnis einer solchen Kalibrierung kann eine linearisierte Lookup-Tabelle sein. Der Kombinator **50** kann eine solche Lookup-Tabelle umfassen. Um einen Pixelwert zu linearisieren, gibt der Kombinator **50** den Wert in die Lookup-Tabelle ein und erhält eine Ausgabe, welche den linearisierten Pixelwert mit allen Verzerrungen entfernt umfasst. Der linearisierte Pixelwert ist direkt proportional zur Belichtungsdauer mal der Lichtintensität, die auf der Pixelmatrix eingeht. Die linearisierten Pixelwerte werden dann umgekehrt proportional dazu skaliert, wie hoch die Belichtungsdauer ihres entsprechenden Rohbildes skaliert wurde, in Relation zum ersten, am längsten belichteten Bild. Wenn die Quellbezeichnung eines Pixels also zum Beispiel 2 ist und die Rate der Belichtungsdauer 1-zu-2 für das dritte Rohbild in Relation zum zweiten Rohbild ist, und 1-zu-3 für das zweite Rohbild in Relation zum ersten Rohbild, dann ist die Rate 1-zu-6 für das dritte Rohbild in Relation zum ersten Rohbild, wodurch der linearisierte Pixelwert mit 6 multipliziert werden muss, um einen linearen Pixelwert mit hohem Dynamikbereich zu erstellen.

[0114] Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit den bevorzugten Ausführungsformen beschrieben und dargestellt wurde, ist es verständlich, dass diese Ausführungsformen nur beispielhaften Charakter haben und die vorliegende Erfindung nicht auf diese einschränken, und dass Modifikationen und Änderungen vorgenommen werden können, ohne den Schutzbereich der Erfindung wie durch die beigefügten Ansprüche definiert zu verlassen.

[0115] Zum Beispiel verwenden die interleaving Techniken in Zeichnung und Beschreibung ganze Zeilen eines Bildes, dabei sollte jedoch verstanden werden, dass die Daten auch auf eine Art und Weise überlappen können, die weniger als eine ganze Zeile oder mehr als eine Zeile umfasst. Als Beispiel könnte so eine Hälfte der ersten Zeile von Bild A übertragen werden, gefolgt von einer Hälfte der ersten Zeile von Bild B, gefolgt von der zweiten Hälfte der ersten Zeile von Bild A, und in diesem Sinne fortgesetzt. Ebenso könnten erst die ersten zwei Zeilen von Bild A übertragen werden, gefolgt von den ersten beiden Zeilen von Bild B, gefolgt von der dritten und vierten Zeile von Bild A, und in diesem Sinne fortgesetzt.

[0116] Zusätzlich kann der Speicher **74** auf der gleichen integrierten Schaltung (on board) installiert sein, auf der sich auch der Bildsensor **14** befindet.

Zusammenfassung

[0117] Ein Bildsensor mit einer Pixelmatrix, die mindestens ein Pixel umfasst. Der Sensor kann auch eine Schaltung umfassen, die mit dem Pixel verbunden ist und einen endgültigen Bildpixelwert liefert, der eine Funktion eines abgetasteten Resetausgangssignals generiert aus dem Pixel darstellt. Der endgültige Bildpixelwert wird auf einen reservierten Wert eingestellt, wenn das abgetastete Resetausgangssignal einen Schwellenwert überschreitet. Das endgültige Bild kann eine Funktion von ersten, zweiten und/oder dritten Bildern mit einem Feld sein, das Informationen darüber bietet, ob das endgültige Bild eine erste Belichtungsrate, eine zweite Belichtungsrate und/oder eine dritte Belichtungsrate umfasst.

Patentansprüche

1. Bildsensor, umfassend
eine Pixelmatrix, die mindestens ein Pixel umfasst, und
eine Schaltung, die mit der Pixelmatrix verbunden ist und einen endgültigen Bildpixelwert liefert, der eine Funktion eines abgetasteten Resetausgangssignals generiert aus einem ersten Pixel ist, wobei der endgültige Bildpixelwert auf einen reservierten Wert gesetzt wird, wenn das abgetastete Resetausgangssignal einen Schwellenwert überschreitet.
2. Bildsensor nach Anspruch 1, wobei die Schaltung einen zweiten endgültigen Bildpixelwert, der aus einem zweiten Pixel generiert wird, auf einen Klemme-Wert setzt, der sich von dem reservierten Wert unterscheidet.
3. Bildsensor nach Anspruch 2, wobei die Schaltung weiterhin bestimmt, ob ein drittes Pixel zwischen dem ersten und zweiten Pixel liegt und einen dritten endgültigen Bildpixelwert auf entweder den reservierten Wert oder den Klemme-Wert setzt.
4. Bildsensor nach Anspruch 1, wobei die Schaltung das abgetastete Resetausgangssignal vom besagten abgetasteten Ausgangssignal mit Lichtreaktion, das aus dem Pixel erzeugt wird, abzieht.
5. Bildsensor nach Anspruch 4, wobei die Schaltung ein abgetastetes erstes Referenz-Ausgangssignal und ein abgetastetes zweites Referenz-Ausgangssignal empfängt und eine erste Subtrahierschaltung umfasst, die eine Differenz zwischen dem abgetasteten Resetausgangssignal und dem abgetasteten ersten Referenz-Ausgangssignal liefert, um ein Rauschsignal zu erzeugen, und eine Differenz zwischen dem abgetasteten zweiten Referenz-Aus-

gangssignal und dem abgetasteten Ausgangssignal mit Lichtreaktion liefert, um ein normiertes Lichtreaktionssignal zu erzeugen.

6. Bildsensor nach Anspruch 5, wobei die Schaltung eine zweite Subtrahierschaltung umfasst, die das Rauschsignal von dem normierten Lichtreaktionssignal abzieht.

7. Verfahren zum Erzeugen eines Pixelwertes für einen Bildsensor, mit den folgenden Schritten:
Generierung eines abgetasteten Resetausgangssignals aus einem ersten Pixel einer Pixelmatrix eines Bildsensors, und
Erzeugung eines endgültigen Bildpixelwertes, der eine Funktion des abgetasteten Resetausgangssignals darstellt, außer wenn das abgetastete Resetausgangssignal einen Schwellenwert überschreitet, wobei der endgültige Bildpixelwert auf einen reservierten Wert gesetzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, weiterhin mit dem Schritt zur Einstellung eines zweiten endgültigen Bildpixelwertes, der aus einem zweiten Pixel generiert wird, auf einen Klemme-Wert, der sich von dem reservierten Wert unterscheidet.

9. Verfahren nach Anspruch 8, weiterhin mit dem Schritt zur Bestimmung, ob ein drittes Pixel zwischen dem ersten und zweiten Pixel liegt und einen dritten endgültigen Bildpixelwert auf entweder den reservierten Wert oder den Klemme-Wert setzt.

10. Verfahren nach Anspruch 7, weiterhin mit dem Schritt zum Subtrahieren des abgetasteten Resetausgangssignals vom besagten abgetasteten Ausgangssignal mit Lichtreaktion, das aus dem Pixel erzeugt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, weiterhin mit dem Schritt zum Empfangen eines abgetasteten ersten Referenz-Ausgangssignals und eines abgetasteten zweiten Referenz-Ausgangssignals und dem Schritt zum Subtrahieren des abgetasteten Resetausgangssignals und des abgetasteten ersten Referenz-Ausgangssignals zum Erzeugen eines Rauschsignals und dem Schritt zum Subtrahieren des abgetasteten zweiten Referenz-Ausgangssignals und des abgetasteten Ausgangssignals mit Lichtreaktion zum Erzeugen eines normierten Lichtreaktionssignals.

12. Verfahren nach Anspruch 11, weiterhin mit dem Schritt zum Subtrahieren des Rauschsignals vom normierten Lichtreaktionssignal.

13. Bildsensor, umfassend
eine Pixelmatrix, die eine Mehrzahl von Pixeln umfasst und ein erstes Bild, ein zweites Bild und ein drittes Bild generiert, und
eine Schaltung, die eine Mehrzahl von Pixeldaten für

ein endgültiges Bild liefert, das eine Funktion des ersten, zweiten und/oder dritten Bildes ist und ein Feld mit den Pixeldaten, das Informationen bietet, ob die Pixeldaten eines bestimmten Pixels mit dem ersten, zweiten und/oder dritten Bild assoziiert sind.

14. Bildsensor nach Anspruch 13, wobei die Pixelmatrix ein viertes Bild generiert und das Feld Informationen bietet, ob die Pixeldaten mit dem vierten Bild assoziiert sind.

15. Bildsensor nach Anspruch 13, wobei das erste Bild mit dem zweiten Bild kombiniert wird und das Feld Informationen bietet, ob das endgültige Bild eine Kombination des ersten und zweiten Bildes ist.

16. Bildsensor nach Anspruch 13, wobei das Feld mindestens zwei Bits umfasst.

17. Verfahren zum Erzeugen eines endgültigen Bildes von einem Bildsensor, mit den folgenden Schritten:

Generierung eines ersten Bildes, eines zweiten Bildes und eines dritten Bildes aus einer Pixelmatrix, die eine Mehrzahl von Pixeln umfasst, und
Generierung einer Mehrzahl von Pixeldaten für ein endgültiges Bild, das eine Funktion des ersten, zweiten und/oder dritten Bildes ist und ein Feld mit den Pixeldaten, das Informationen bietet, ob die Pixeldaten eines bestimmten Pixels mit dem ersten, zweiten und/oder dritten Bild assoziiert sind.

18. Verfahren nach Anspruch 17, weiterhin mit dem Schritt zur Generierung eines vierten Bildes, wobei das Feld Informationen darüber enthält, ob die Pixeldaten mit dem vierten Bild assoziiert sind.

19. Verfahren nach Anspruch 17, weiterhin mit dem Schritt zum Kombinieren des ersten Bildes mit dem zweiten Bild, wobei das Feld Informationen bietet, ob das endgültige Bild eine Kombination des ersten und des zweiten Bildes ist.

20. Verfahren nach Anspruch 17, wobei das generierte Feld mindestens zwei Bits umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 17, weiterhin mit dem Schritt zur Übermittlung des endgültigen Bildes und des Feldes an einen externen Prozessor.

22. Bildsensorsystem, umfassend
eine Pixelmatrix, die eine Mehrzahl von Pixeln umfasst, umfassend ein erstes Pixel, ein zweites Pixel und ein drittes Pixel, und
eine Schaltung, die mit der Pixelmatrix verbunden ist und einen ersten endgültigen Bildpixelwert auf einen reservierten Wert und einen zweiten endgültigen Bildpixelwert auf einen Klemme-Wert einstellt, bestimmt, ob das dritte Pixel zwischen dem ersten und zweiten Pixel liegt und einen zweiten endgültigen

Bildpixelwert auf den reservierten Wert oder den Klemme-Wert einstellt.

23. Bildsensordsystem nach Anspruch 22, wobei die Schaltung Teil eines Bildsensors ist.

24. Bildsensordsystem nach Anspruch 22, wobei die Schaltung ein externer Prozessor ist.

25. Bildsensordsystem nach Anspruch 22, wobei das dritte Pixel einen Pixelwert unter dem Klemme-Wert generiert und keine intervenierenden Pixel zwischen dem dritten Pixel und dem ersten und dem zweiten Pixel liegen.

26. Bildsensordsystem nach Anspruch 22, wobei der reservierte Wert ein MAX-Wert ist.

27. Verfahren zum Erzeugen eines Pixelwertes für einen Bildsensor, mit den folgenden Schritten:
Einlesen eines ersten Pixels, eines zweiten Pixels und eines dritten Pixels in einer Pixelmatrix,
Einstellen eines ersten endgültigen Bildpixelwertes generiert aus dem ersten Pixel auf einen reservierten Wert,
Einstellen eines zweiten endgültigen Bildpixelwertes generiert aus dem zweiten Pixel auf einen Klemme-Wert,
Bestimmen, ob das dritte Pixel zwischen dem ersten und dem zweiten Pixel liegt, und
Einstellen eines dritten endgültigen Bildpixelwertes auf entweder den reservierten Wert oder den Klemme-Wert.

28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei das dritte Pixel einen Pixelwert unter dem Klemme-Wert generiert und keine intervenierenden Pixel zwischen dem dritten Pixel und dem ersten und dem zweiten Pixel liegen.

29. Verfahren nach Anspruch 27, wobei der reservierte Wert ein MAX-Wert ist.

Es folgen 27 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

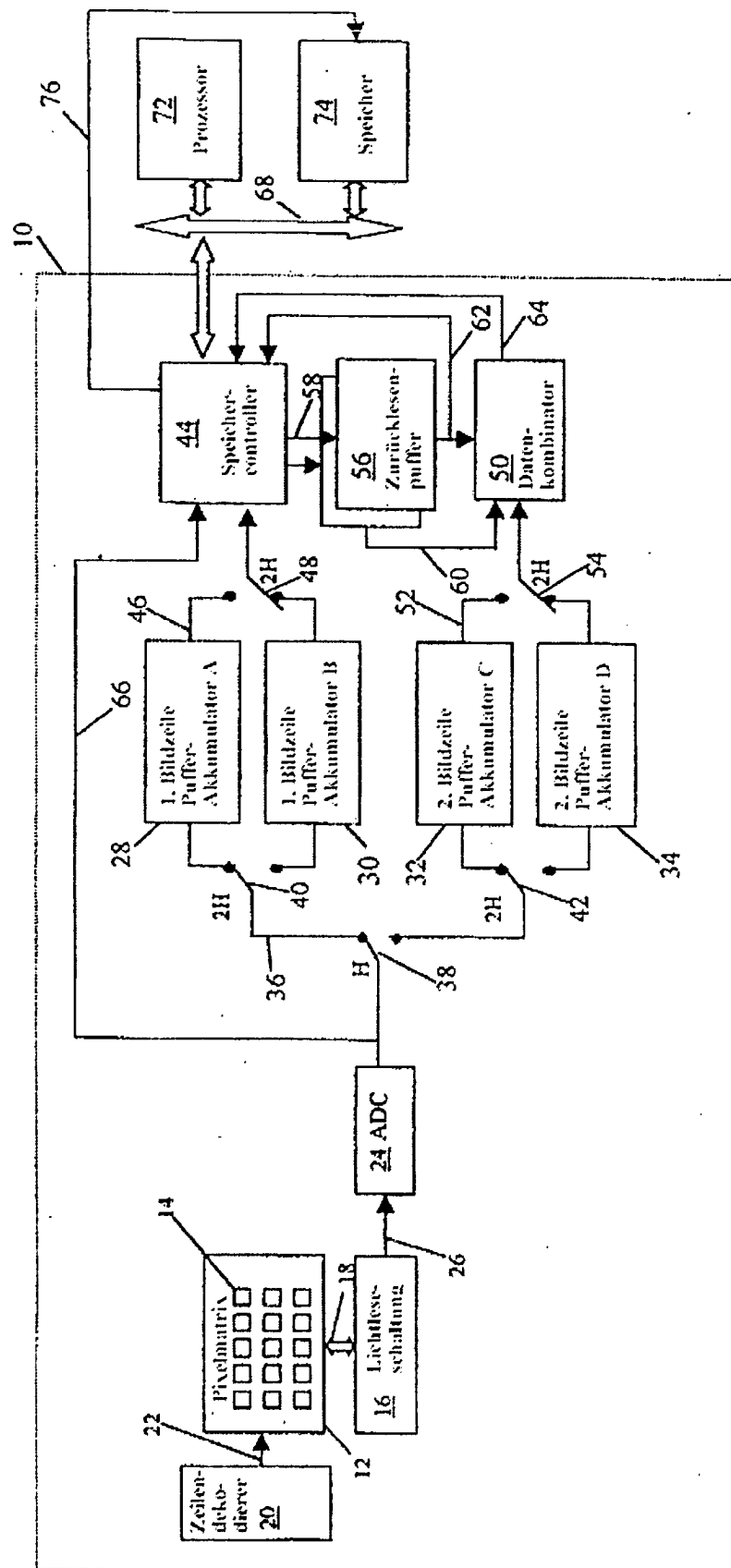
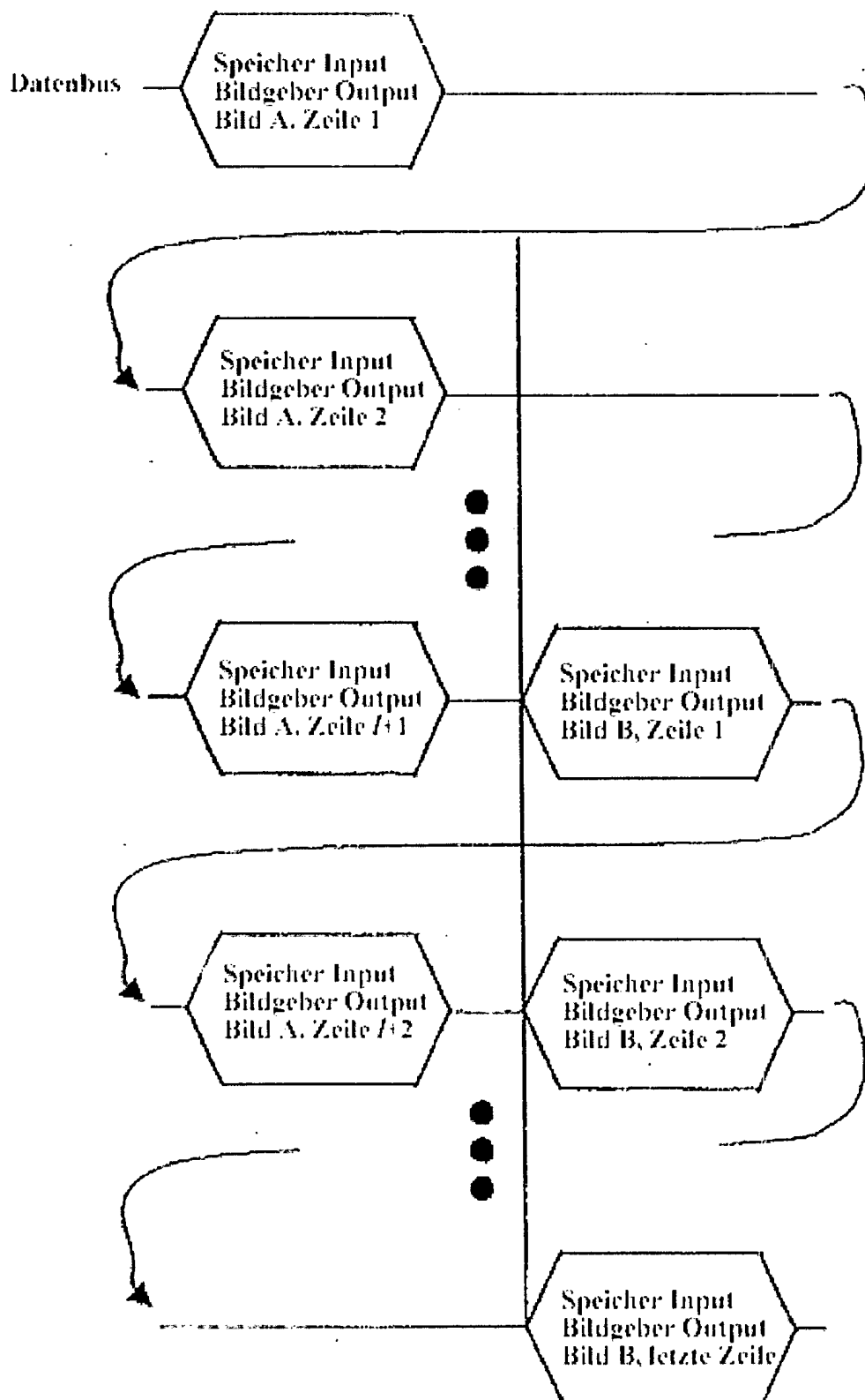


FIG. 1

**FIG. 2**

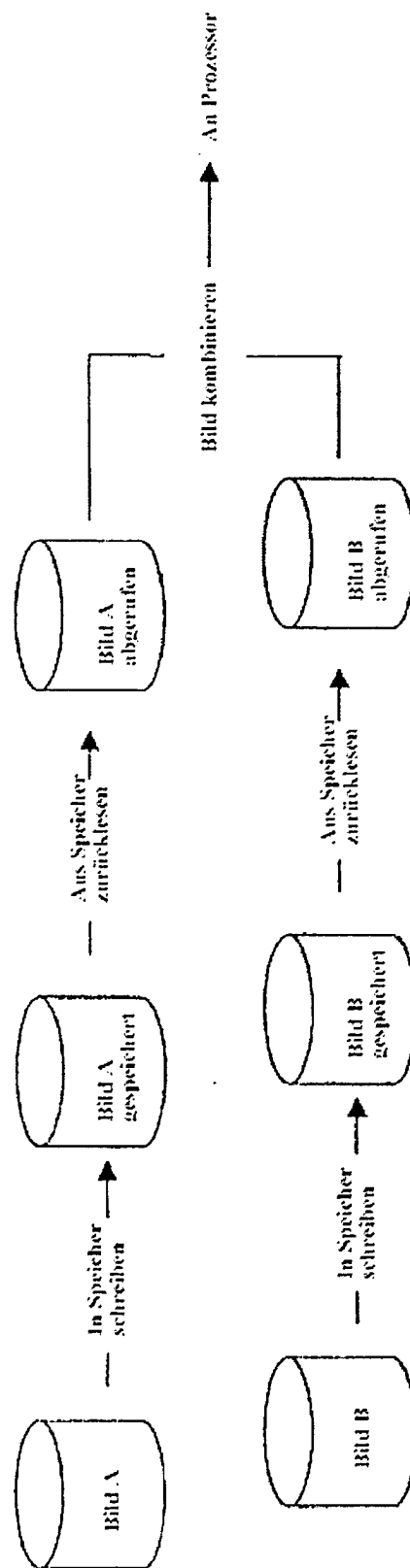


FIG. 3

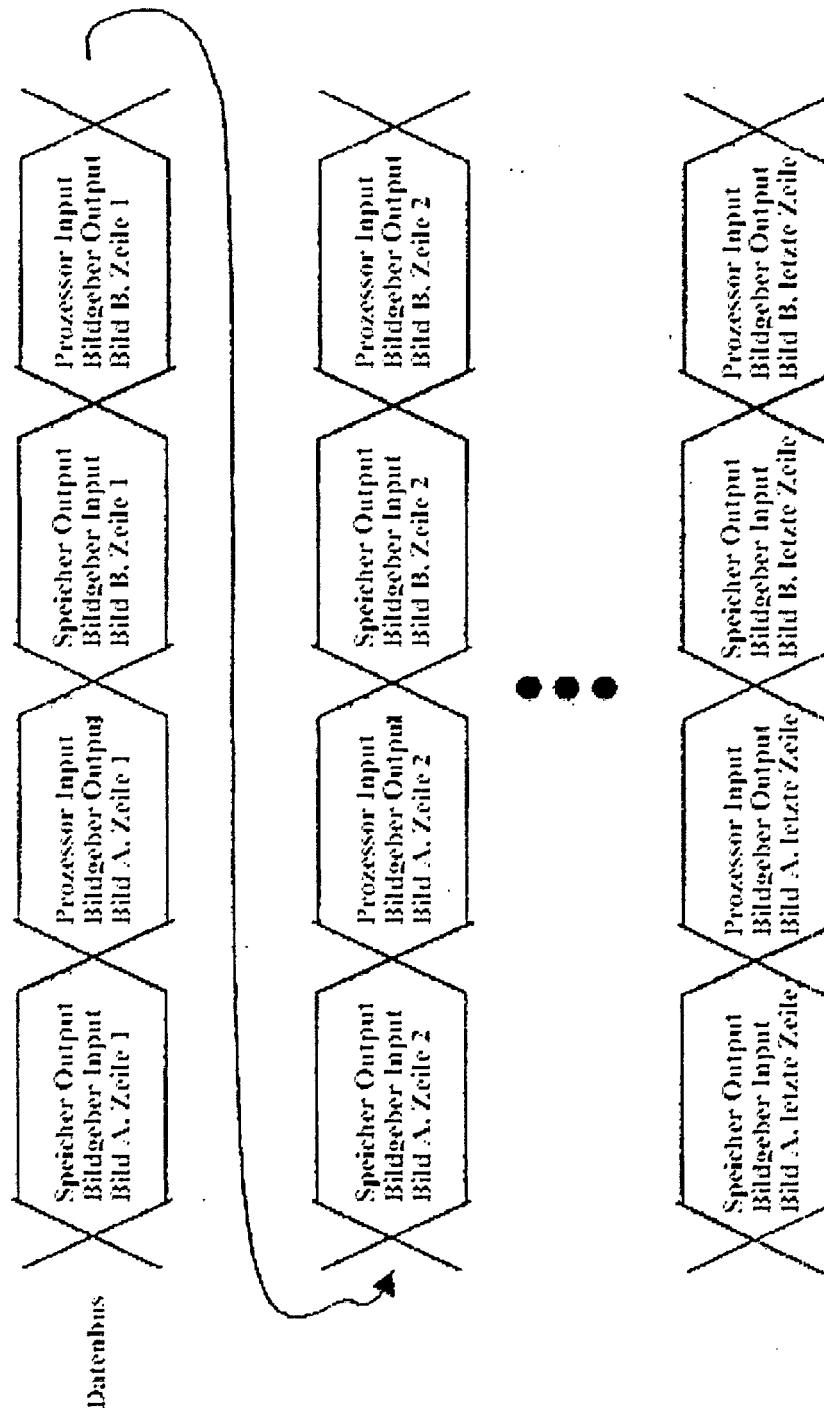


FIG. 4

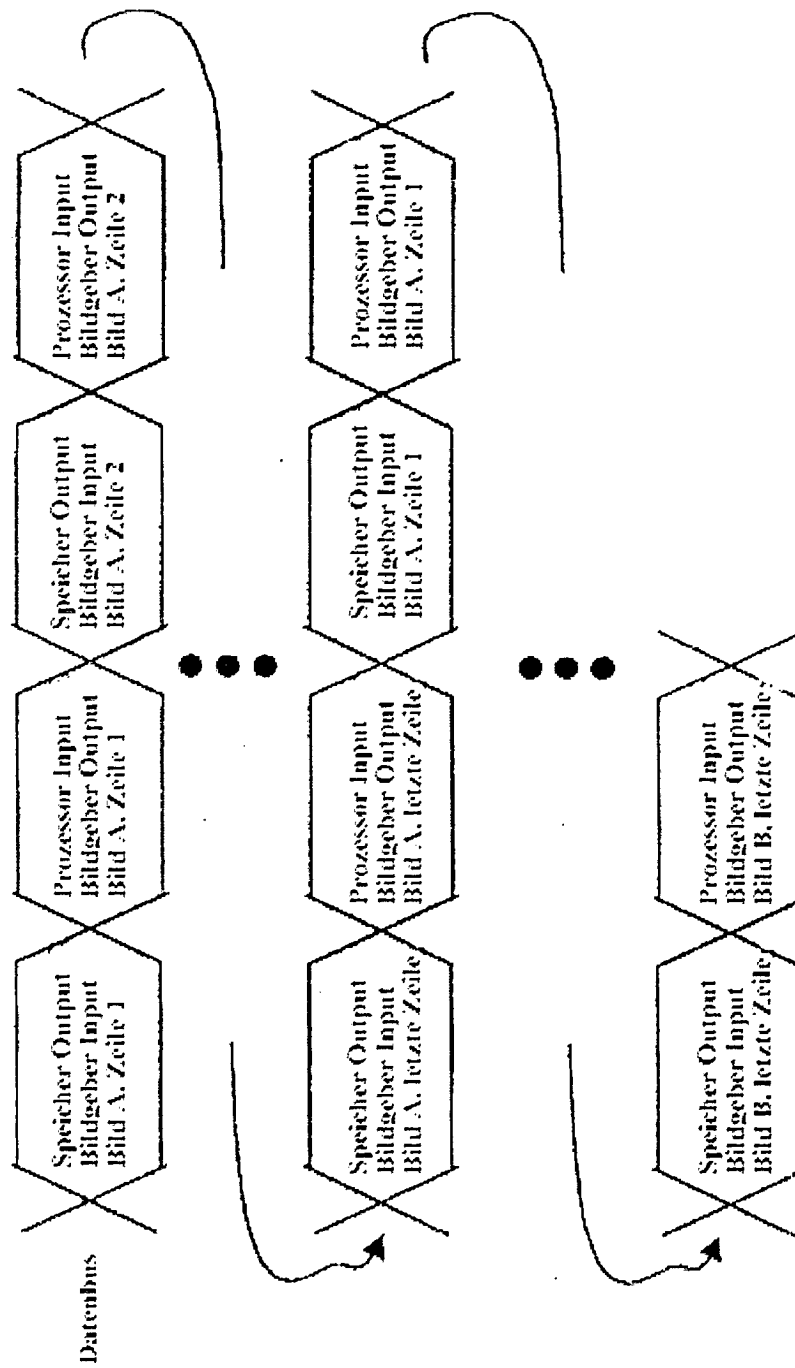


FIG. 5

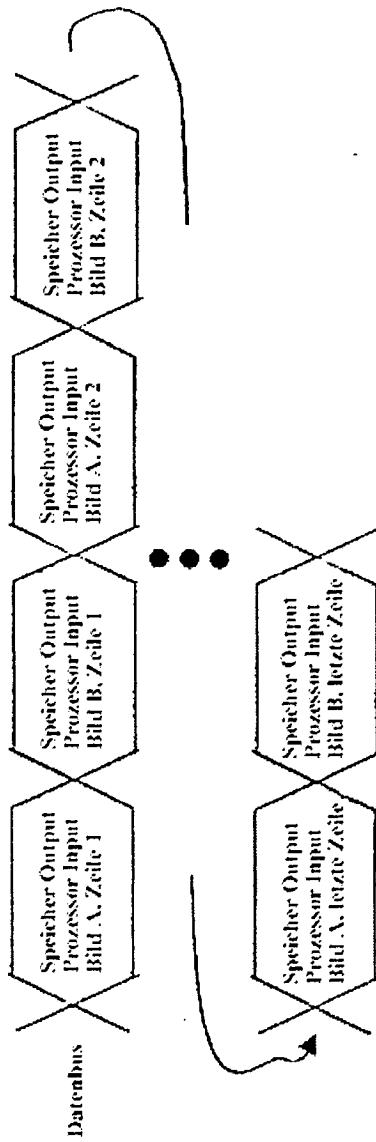


FIG. 6

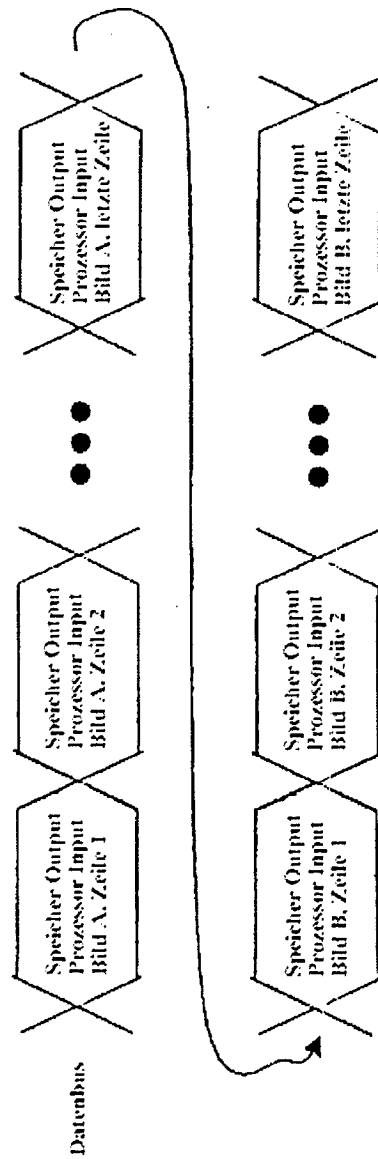
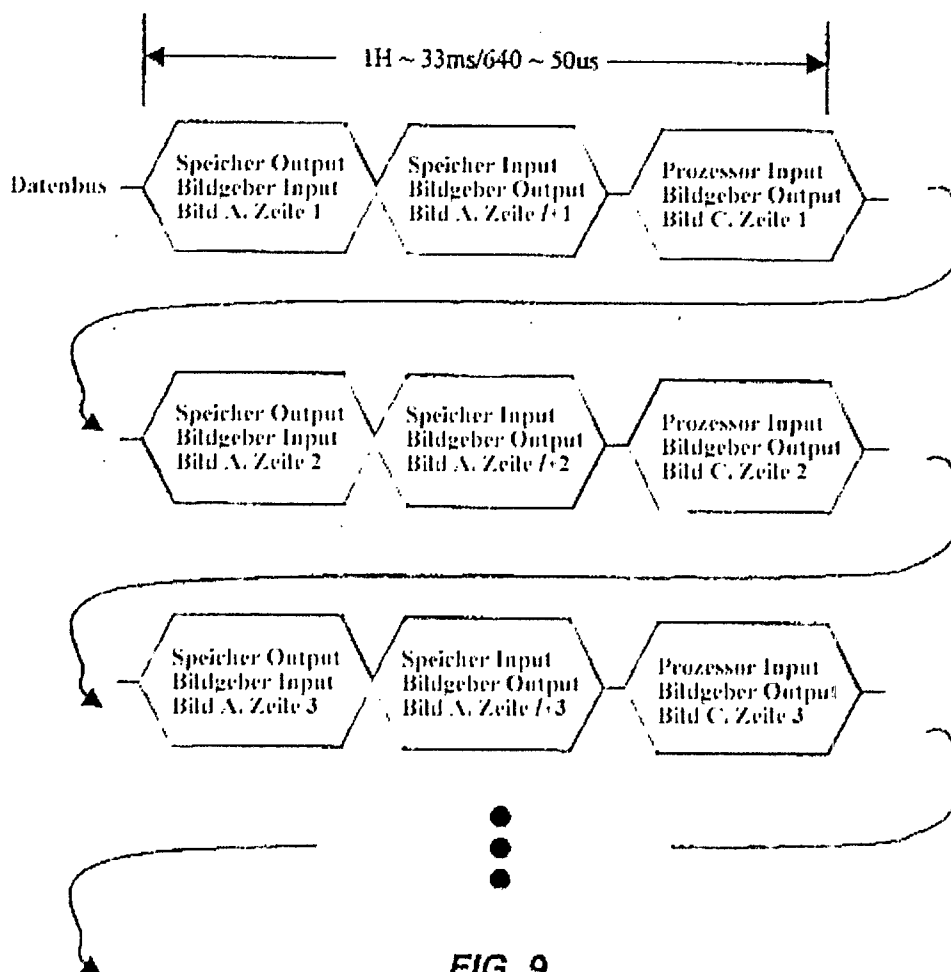
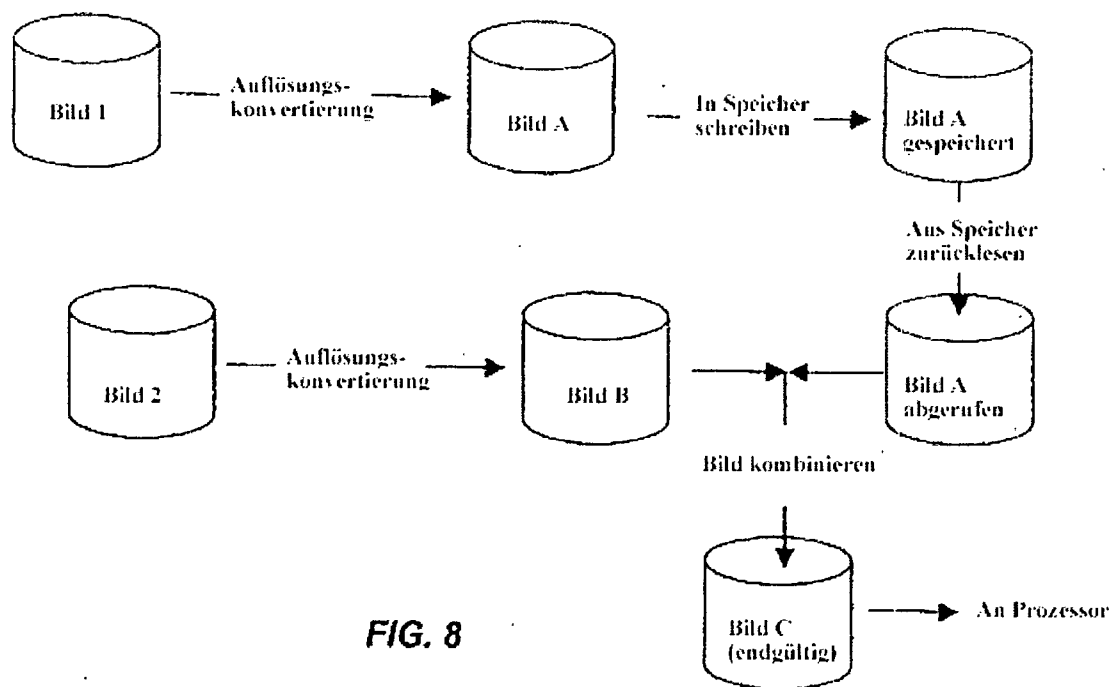


FIG. 7



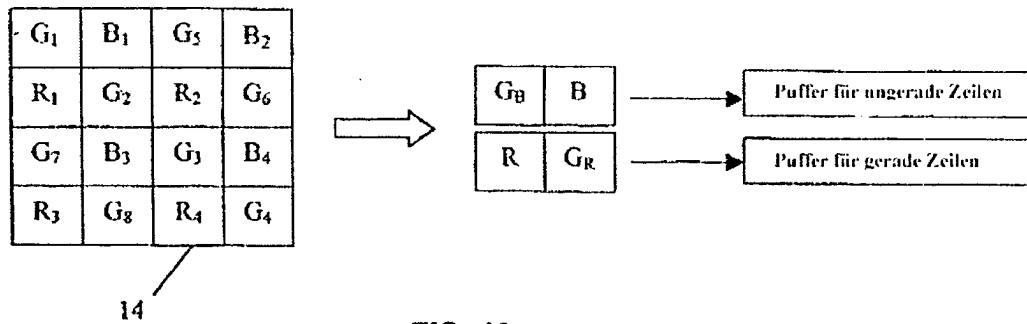


FIG. 10

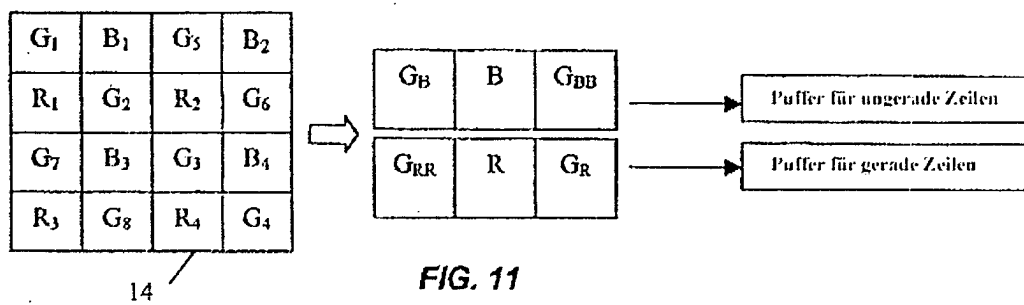


FIG. 11

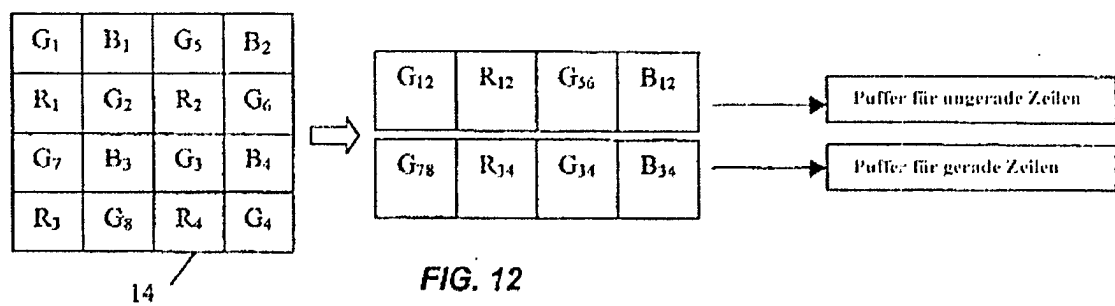


FIG. 12

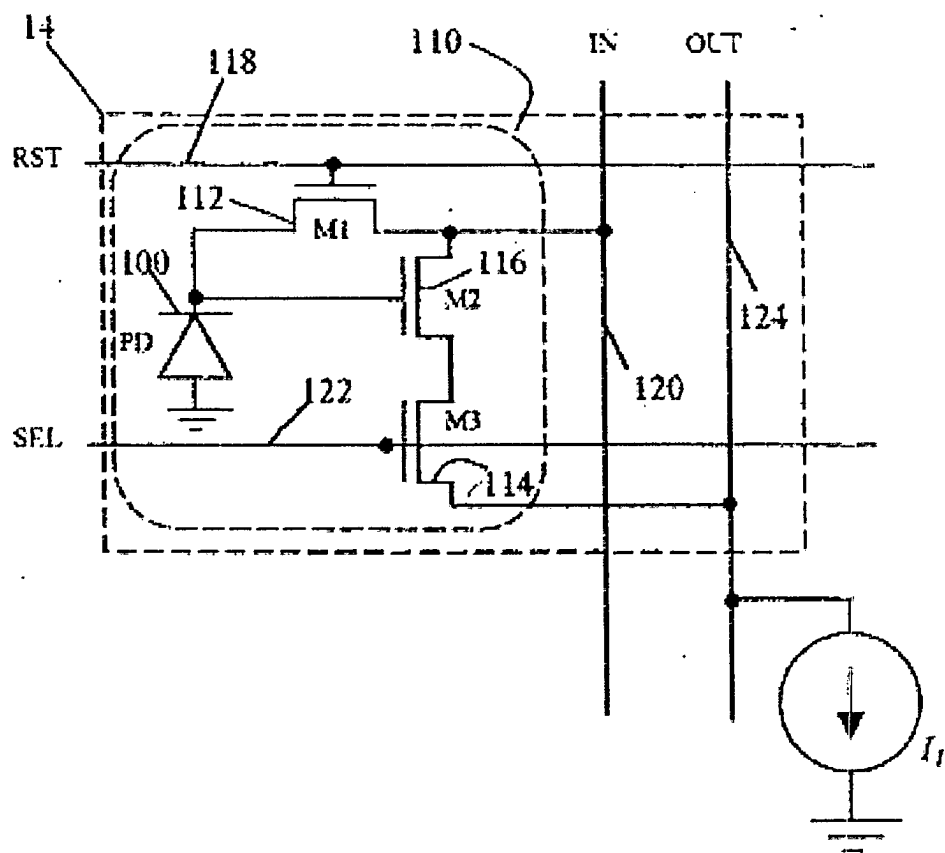


FIG. 13

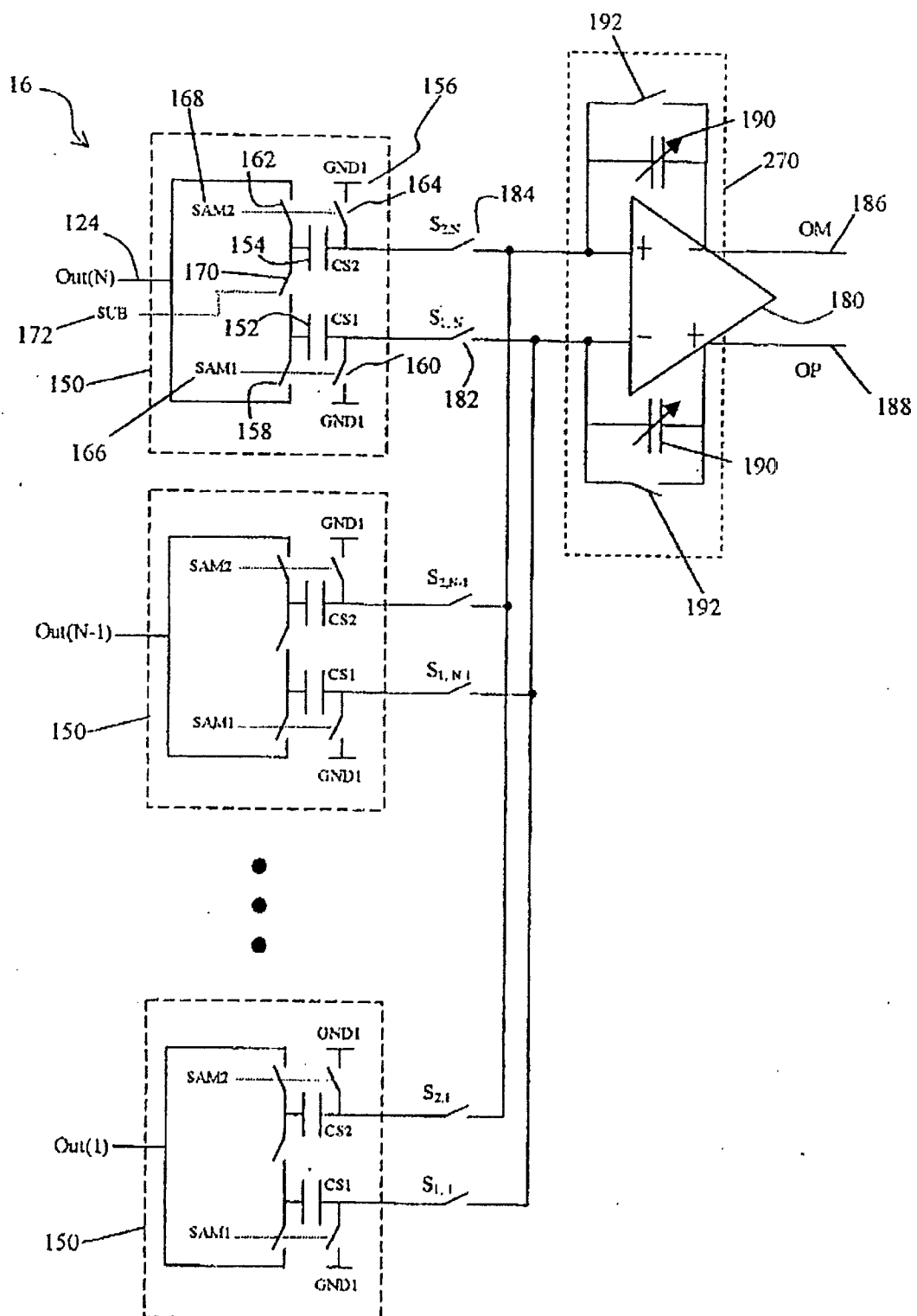


FIG. 14

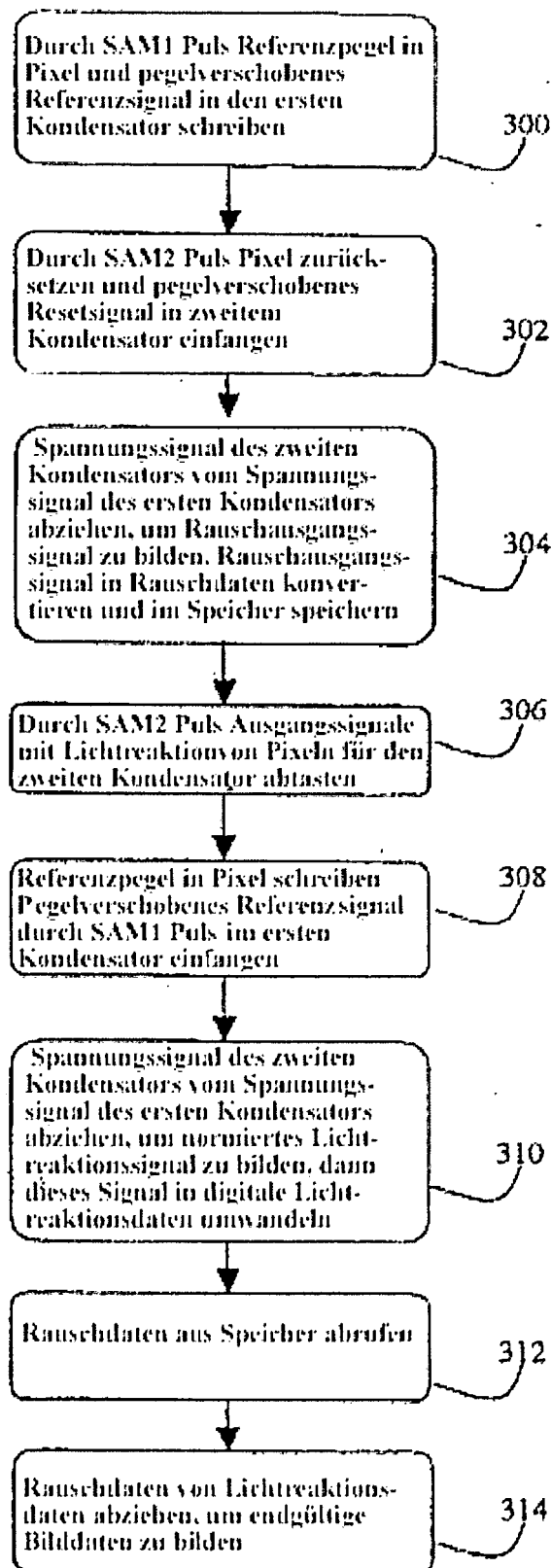


FIG. 15

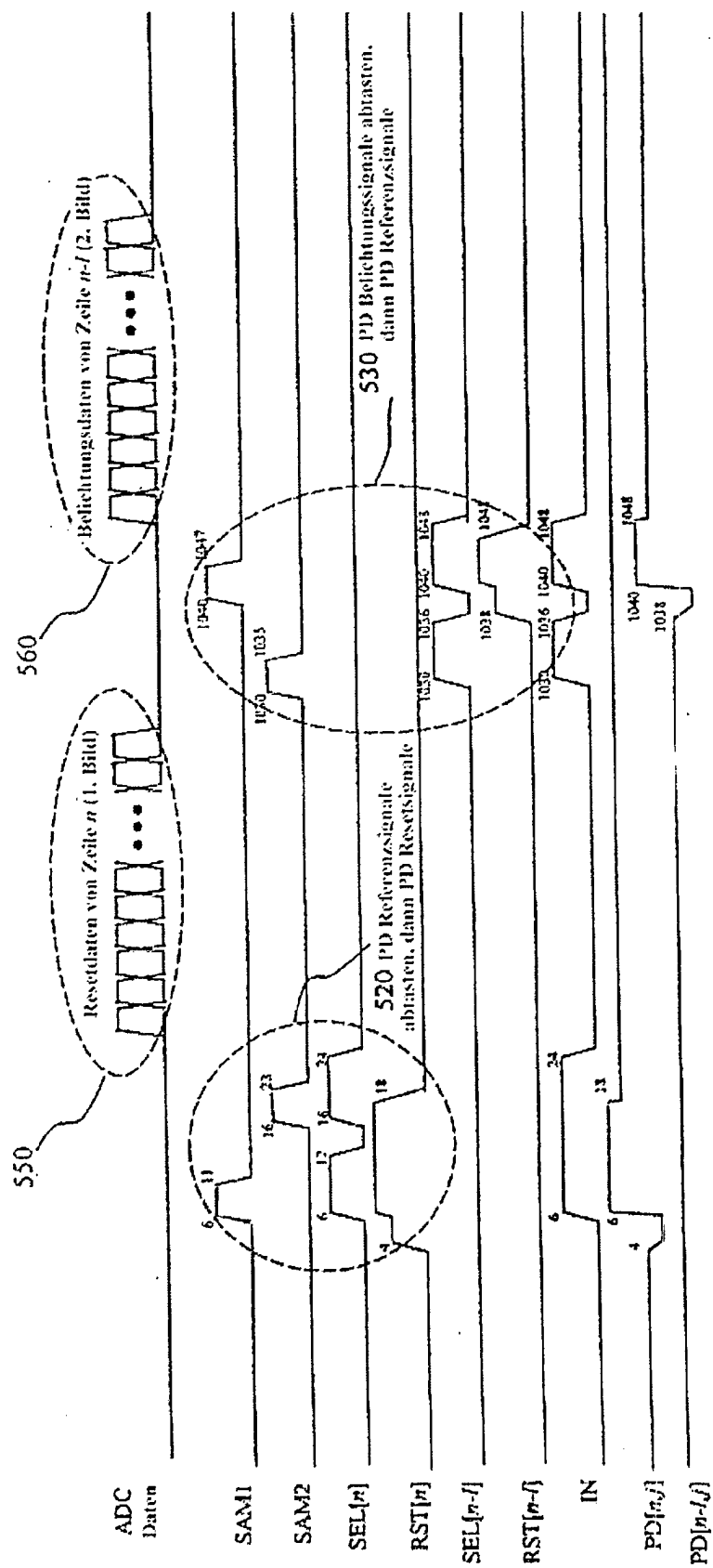
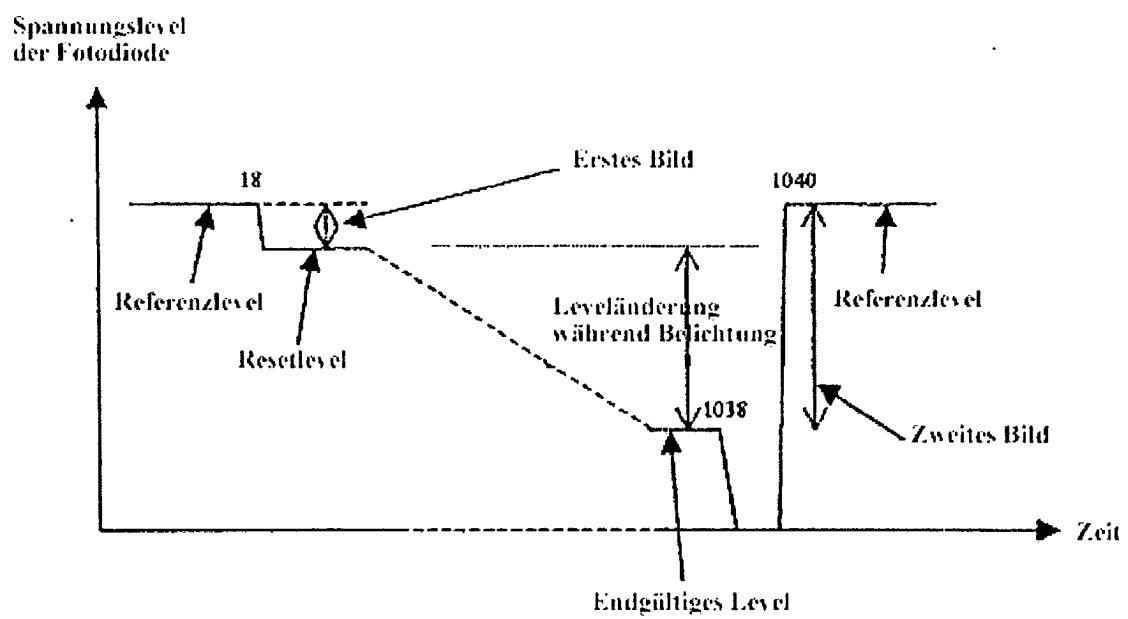


FIG. 16

**FIG. 17**

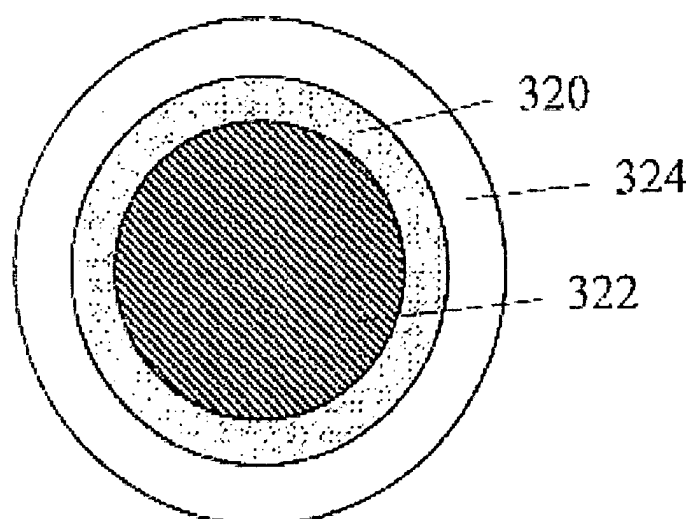


FIG. 17A

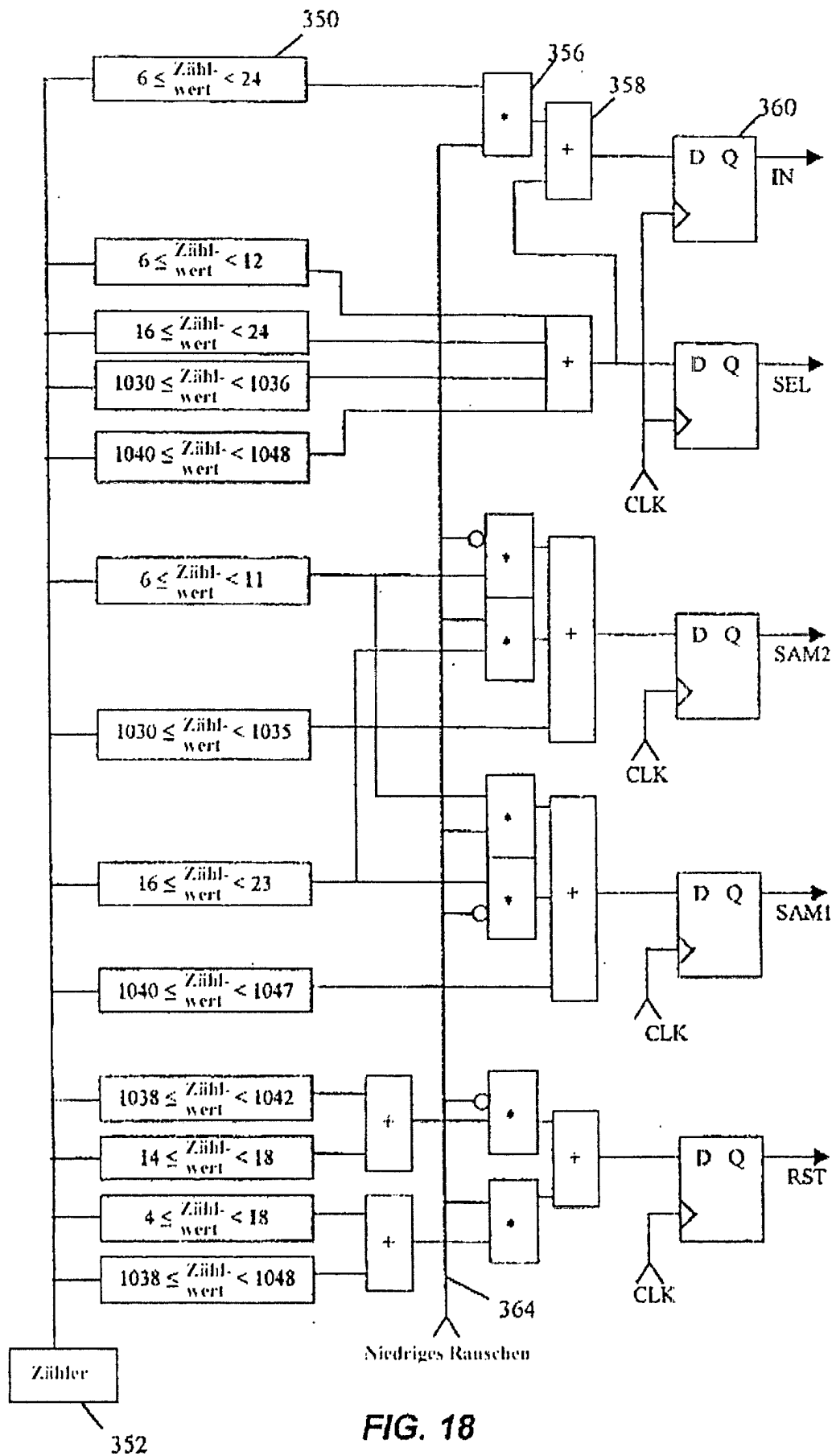


FIG. 18

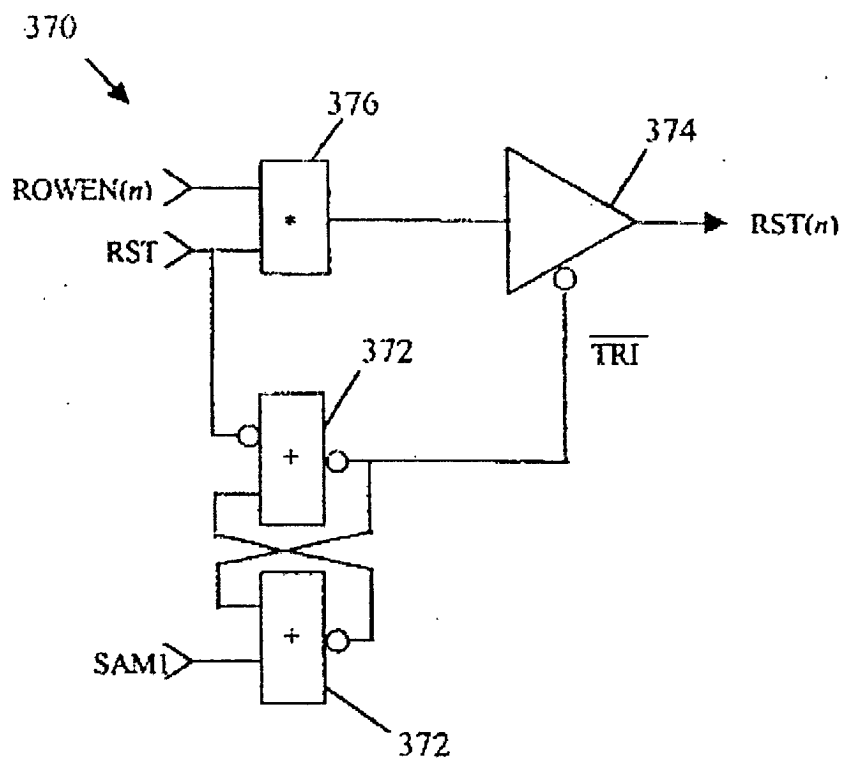


FIG. 19

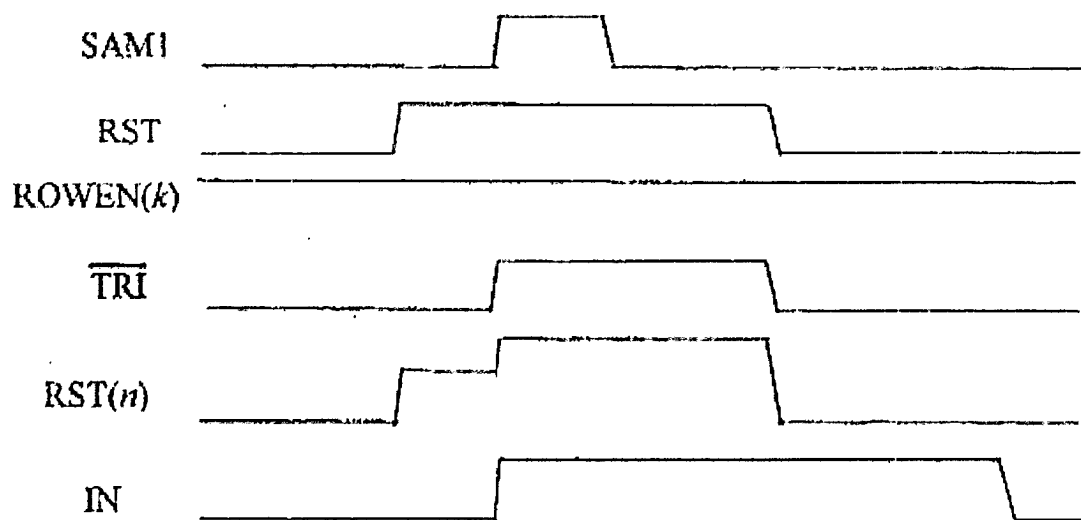
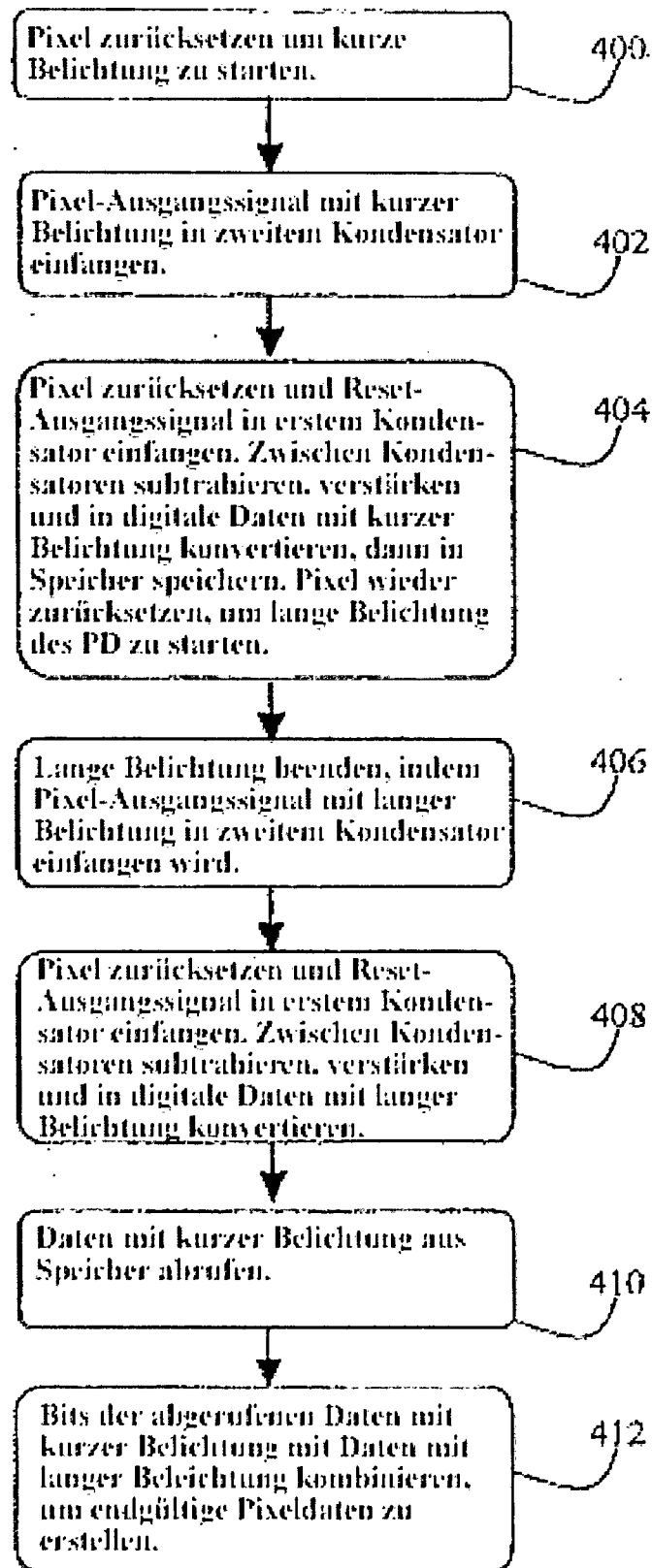


FIG. 20

**FIG. 21**

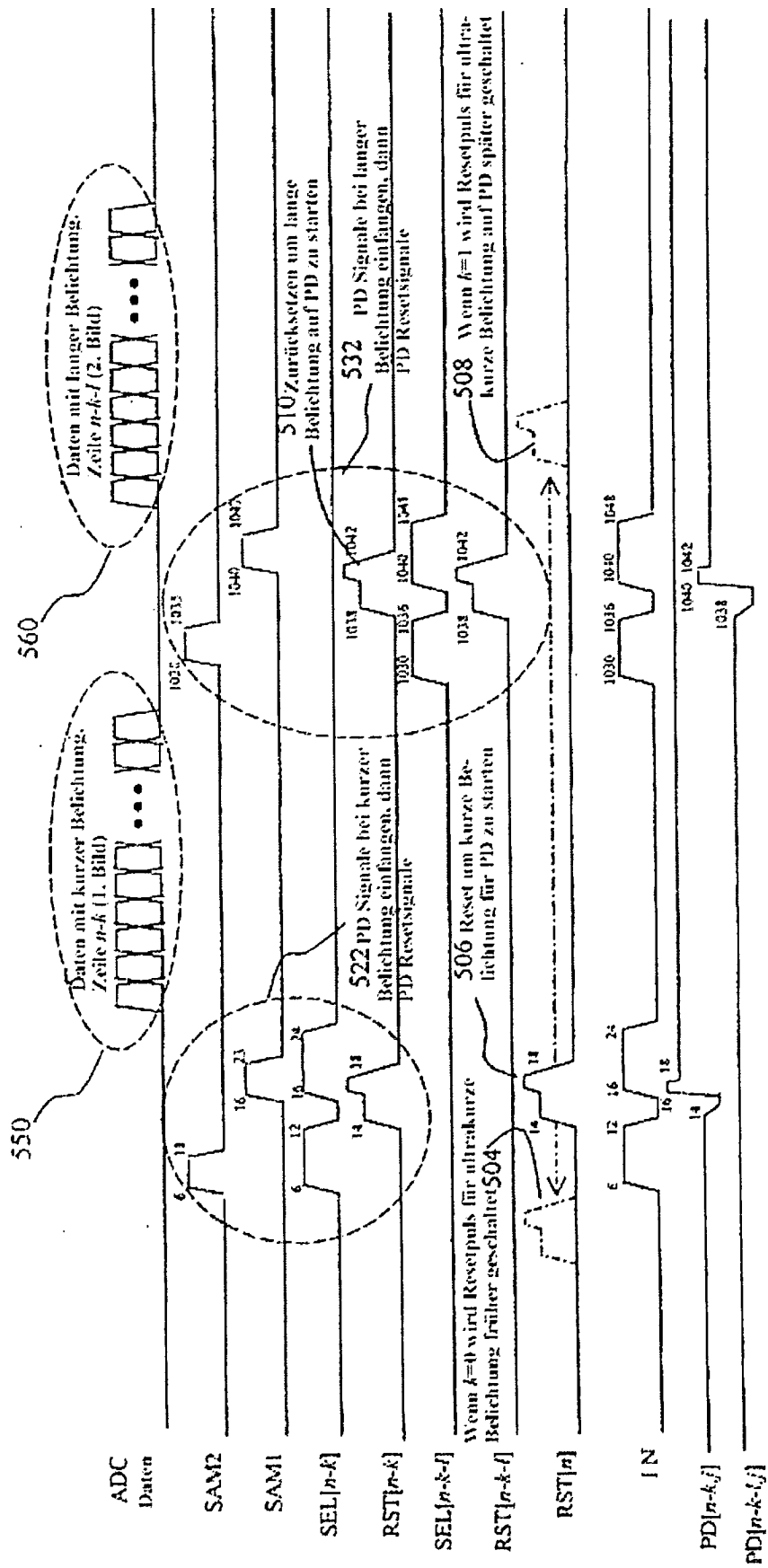


FIG. 22

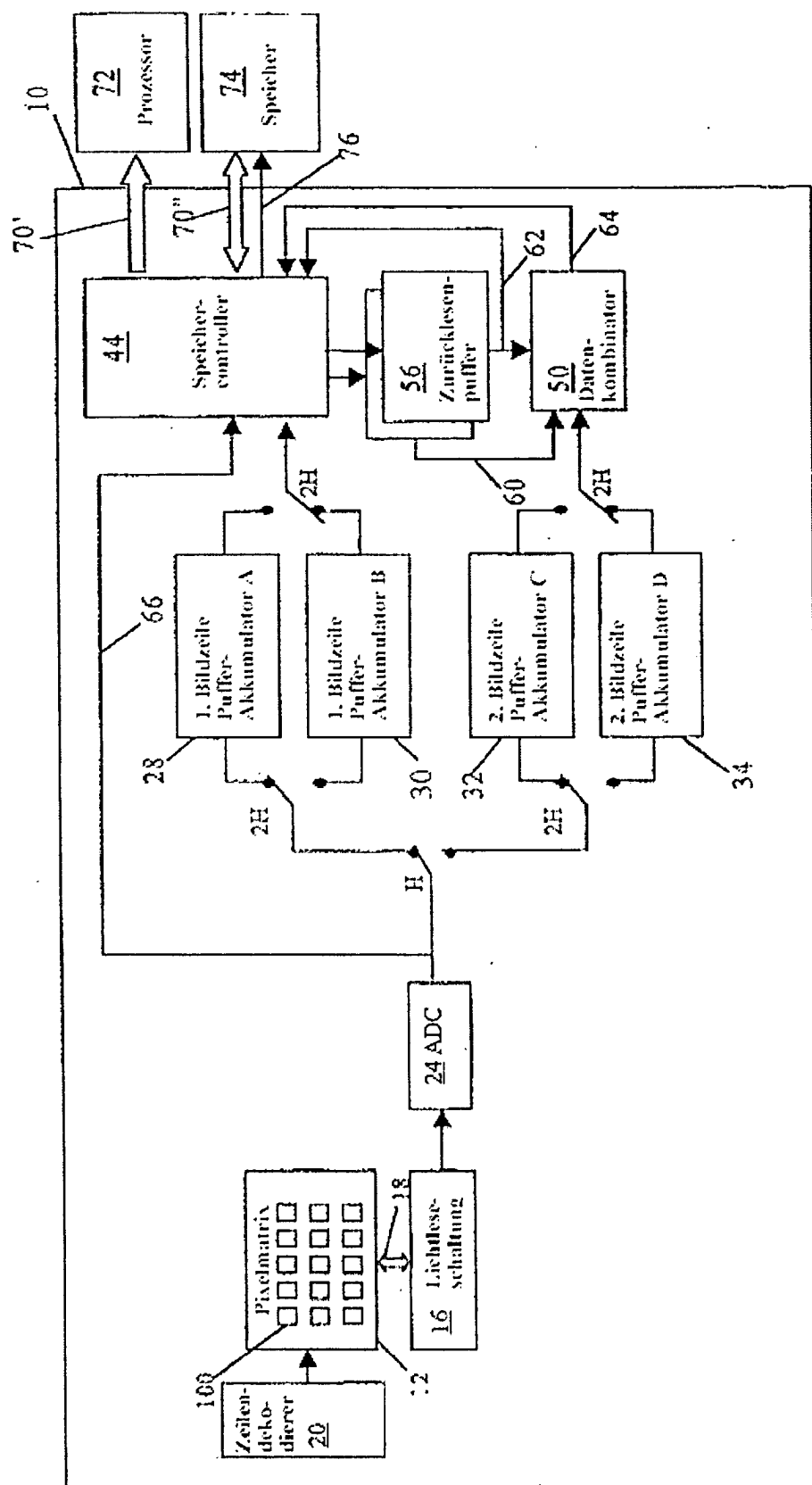


FIG. 23a

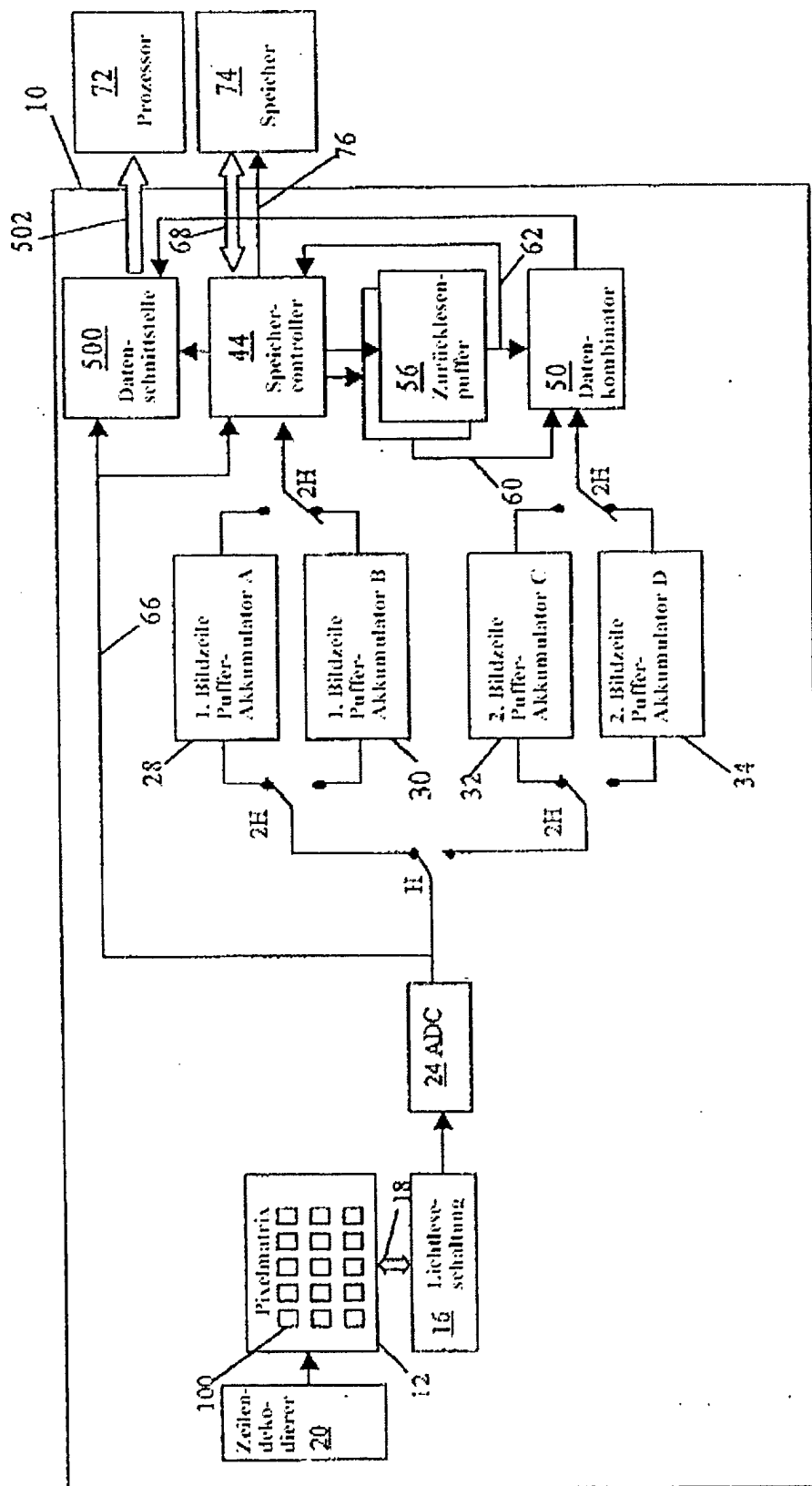


FIG. 23b

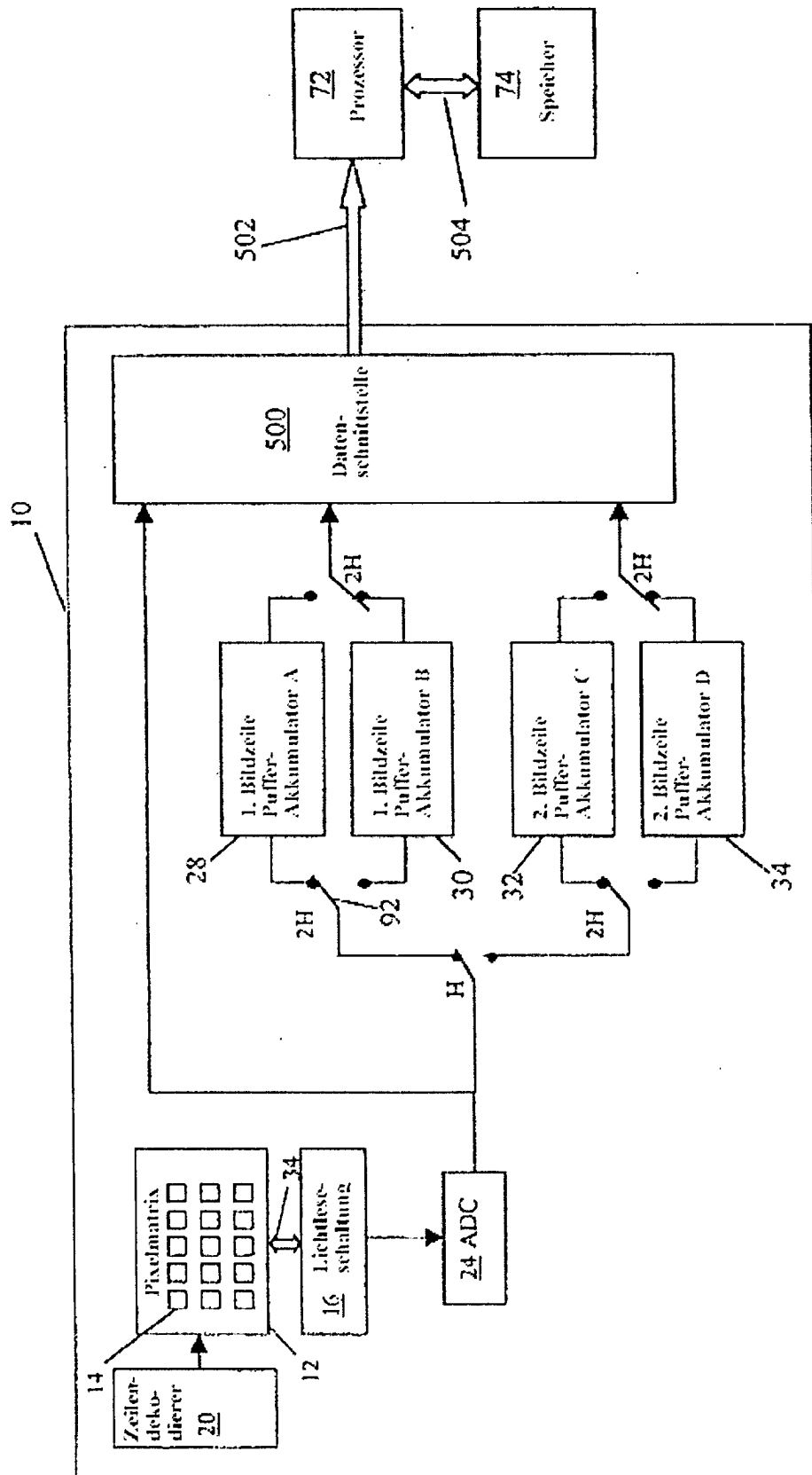


FIG. 24

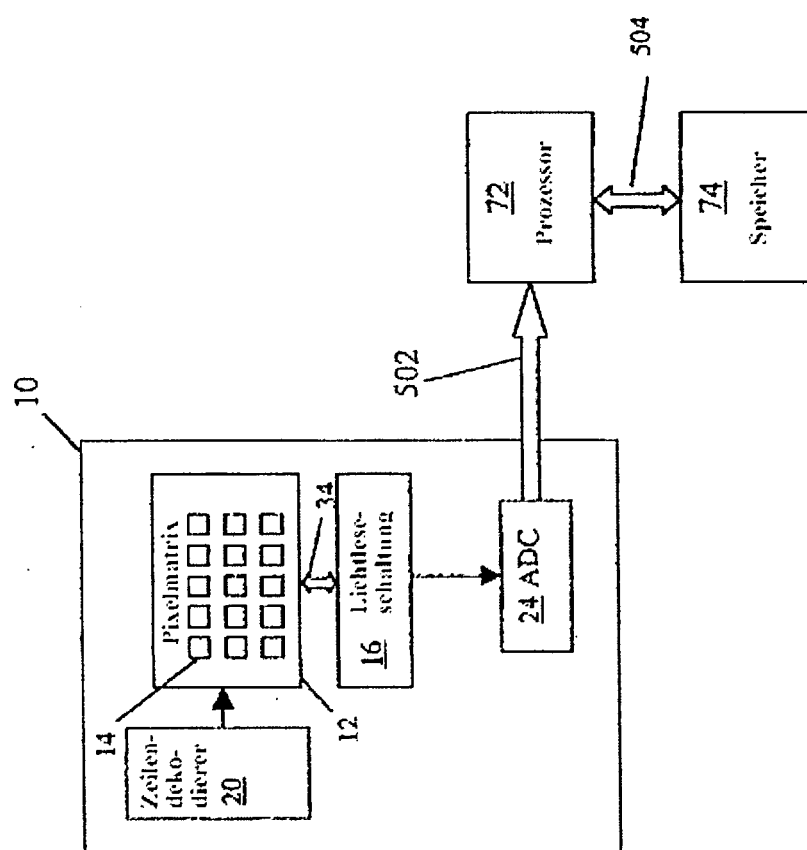


FIG. 25

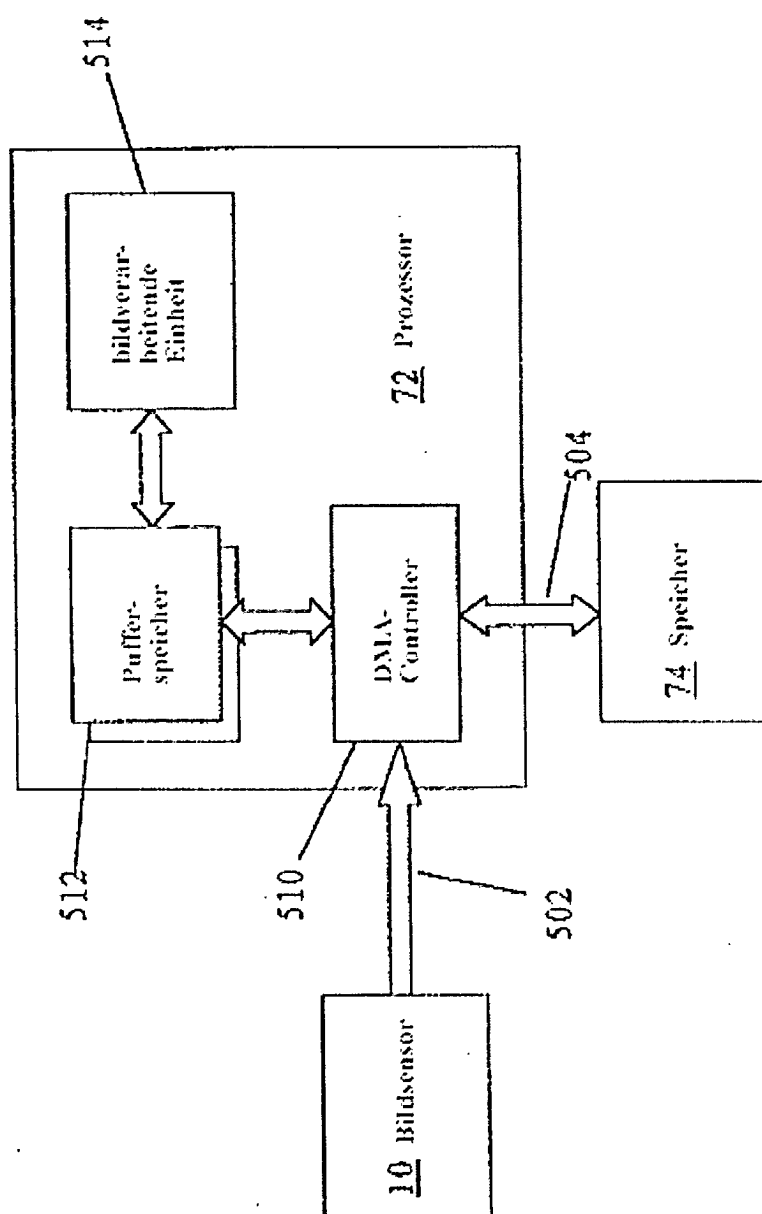


FIG. 26

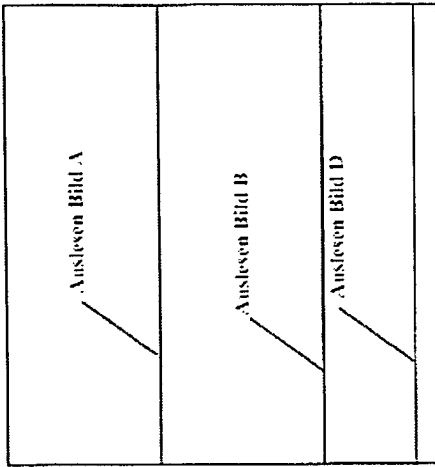


FIG. 27C

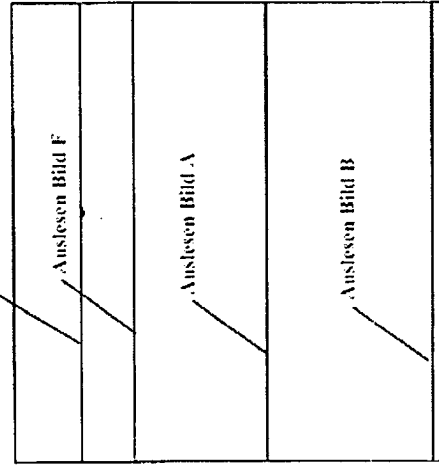


FIG. 27F

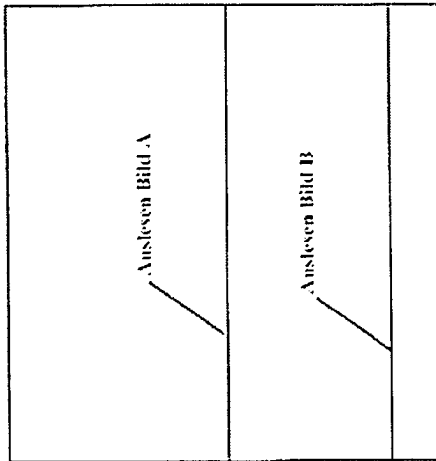


FIG. 27B

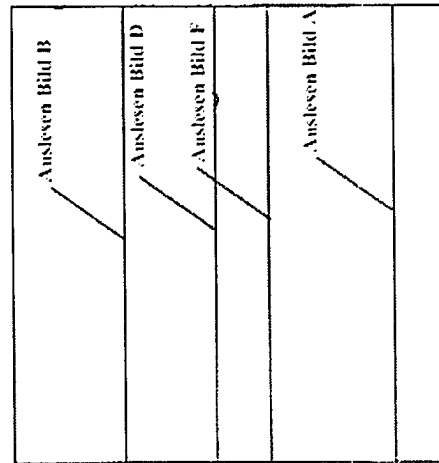


FIG. 27E

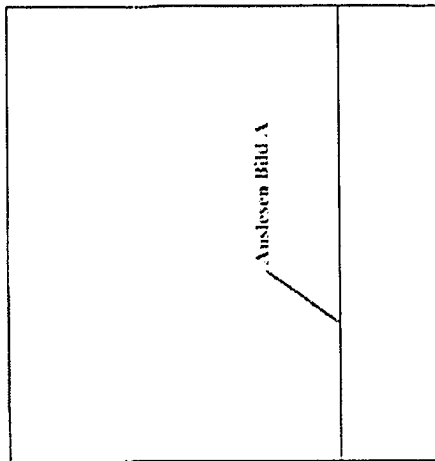


FIG. 27A

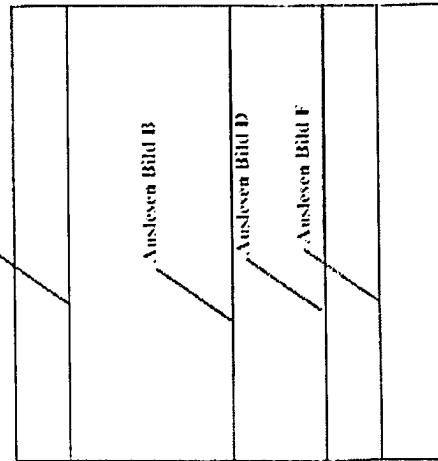


FIG. 27D

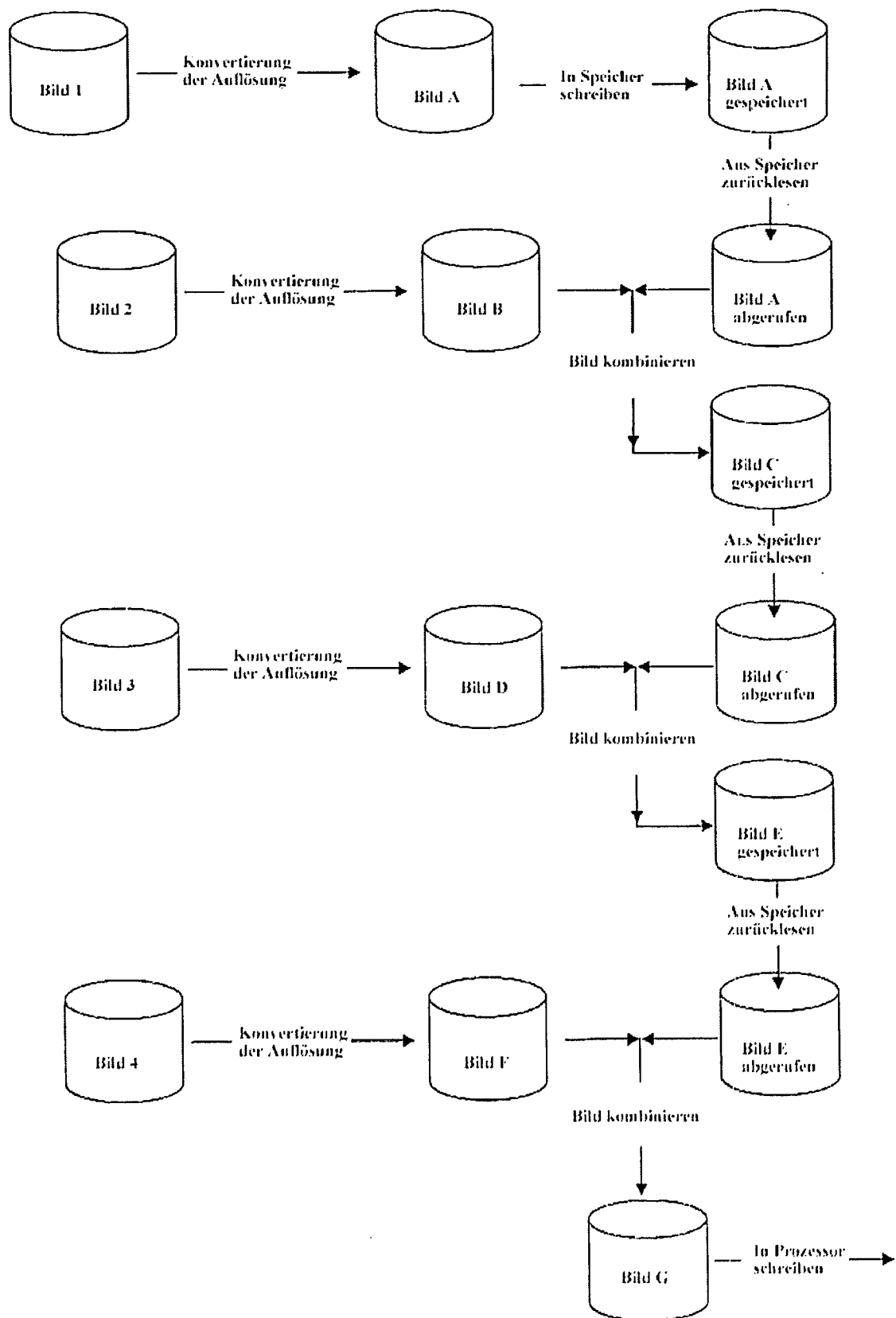


FIG. 28

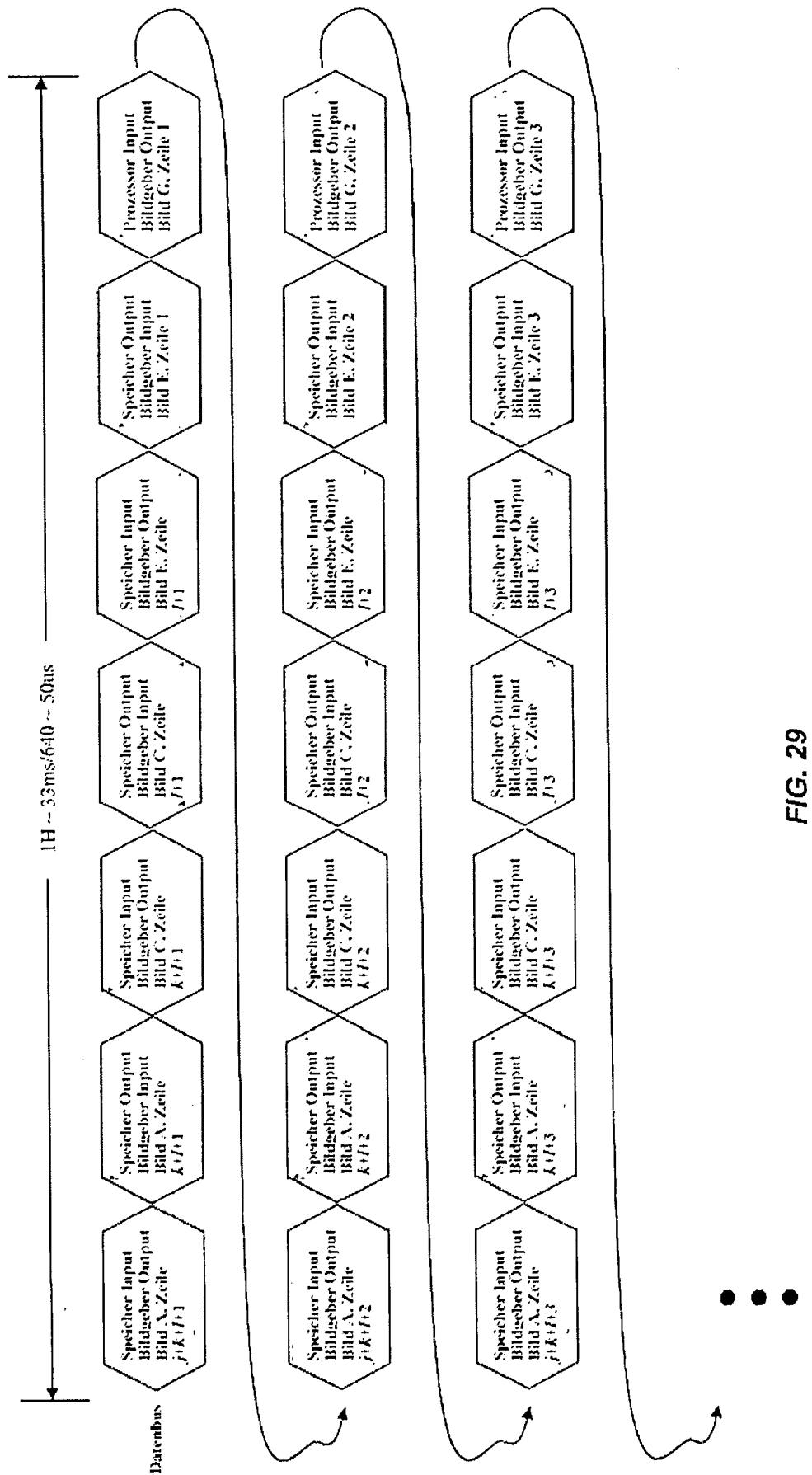


FIG. 29

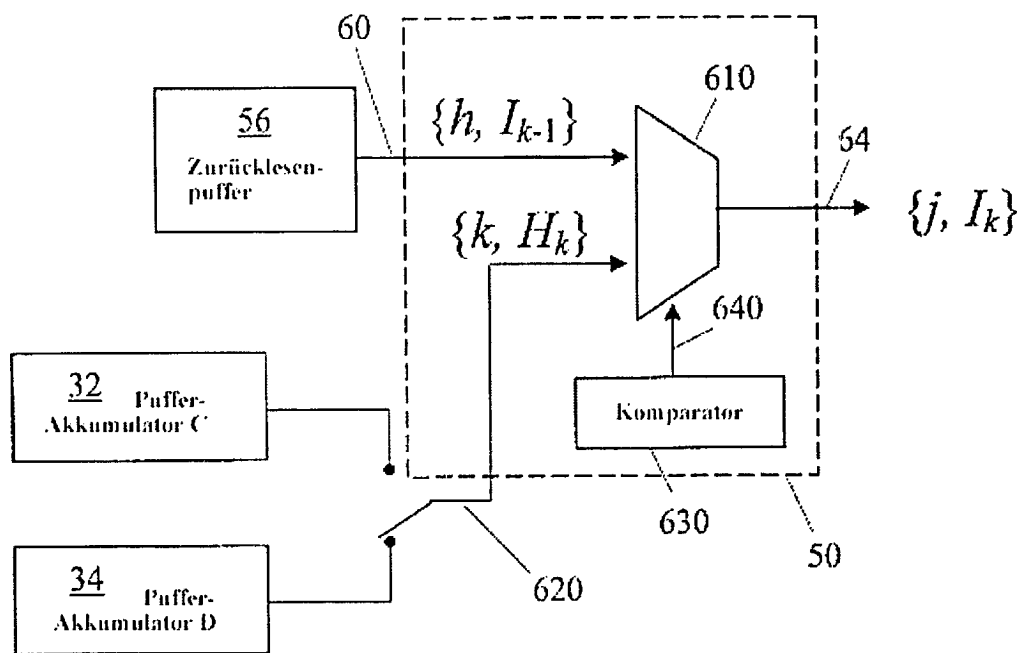


FIG. 30