



(10) **DE 10 2008 034 279 B4** 2012.04.26

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2008 034 279.3**
(22) Anmeldetag: **22.07.2008**
(43) Offenlegungstag: **04.02.2010**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **26.04.2012**

(51) Int Cl.: **H04N 5/225** (2006.01)
H04N 5/30 (2006.01)
H04N 7/18 (2006.01)
H02J 7/35 (2006.01)
H02J 15/00 (2006.01)

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

(73) Patentinhaber:
**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e.V., 80686, München,
DE**

(74) Vertreter:
Mammel & Maser, 71065, Sindelfingen, DE

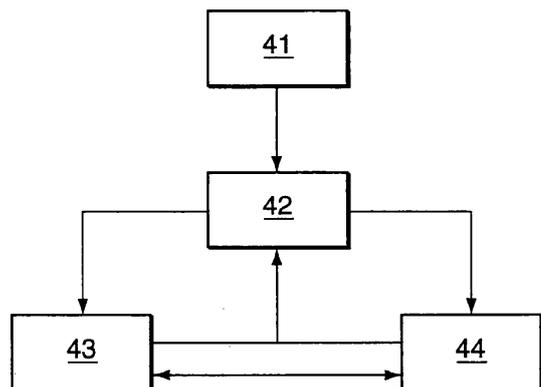
(72) Erfinder:
Tonner, Friedemann, Dr., 70176, Stuttgart, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	60 2005 003 497	T2
US	6 774 946	B1
US	6 803 553	B1
US	2008 / 0 055 443	A1
JP	2007 281 144	A

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum energieautarken Betrieb einer Vorrichtung sowie eine energieautarke Vorrichtung mit einem oder mehreren lichtempfindlichen Sensorelementen**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zum energieautarken Betrieb einer Vorrichtung (11) mit einem oder mehreren in einer Matrix angeordneten lichtempfindlichen Sensorelementen (14), die durch eine Kontrolleinrichtung (16) in einer Betriebsphase zur Erfassung von Signalen angesteuert werden, wobei das oder die Sensorelemente (14) zeitversetzt zur Betriebsphase zur Erfassung von Signalen in eine Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie geschaltet werden und die gesammelte Energie in zumindest einem Energiespeicher (12) gespeichert wird, dadurch gekennzeichnet, dass bei Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (11) eine Betriebsphase zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (11) eingeleitet wird, bei der ein einzelnes Sensorelement (14) geschaltet wird oder eine vorbestimmte Anzahl von Sensorelementen (14) in Serie geschaltet werden, bis eine Betriebsspannung erreicht wird, bei der die Kontrolleinrichtung (16) der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie angesteuert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum energieautarken Betrieb einer Vorrichtung mit einem oder mehreren in einer Matrix angeordneten lichtempfindlichen Sensorelementen, die durch eine Kontrolleinrichtung in einer Betriebsphase zur Erfassung von Signalen angesteuert werden sowie eine energieautarke Vorrichtung mit einem oder mehreren lichtempfindlichen Sensorelementen.

[0002] Die US 2008/0055443 A1 beschreibt ein Verfahren für eine Energieversorgung einer Kamera, die eine Bildaufnahmevorrichtung mit einer Solarzelle umfasst. Die Bildaufnahmevorrichtung umfasst einen photoelektrischen Wandler zum Umwandeln von einfallendem Licht in ein entsprechendes elektrisches Ladungssignal sowie eine Solarzelle. Damit die Solarzelle elektrische Energie erzeugen kann, wird die Objektivabdeckung entfernt. Die von der Solarzelle erzeugte elektrische Leistung wird einer Bildaufnahmevorrichtung oder über eine Energieversorgung der Kamerabatterie zugeführt. Hierdurch kann die Größe einer Batterie und die Anzahl von möglichen Bildaufnahmen erhöht werden. Beim Einschalten der Kamera und Drücken des Auslösers erkennt eine Spannungserkennungssteuerung die Höhe einer Ausgangsspannung der Solarzelle der Bildaufnahmevorrichtung. Wenn die Spannung eine vorbestimmte Spannungshöhe überschreitet, veranlasst die Spannungserkennungssteuerung, dass die Solarzelle der Energieversorgung elektrische Energie zuführt. Wenn die Höhe der Ausgangsspannung unterhalb des vorbestimmten Spannungswerts liegt, liefert die Spannungserkennungssteuerung die elektrische Leistung nicht an die Energieversorgung, sondern dann beliefert die Energieversorgung Kamera-Komponenten mit elektrischer Leistung aus der Batterie.

[0003] Die US 6,774,946 B1 beschreibt eine Kamera mit einem charge-coupled device (CCD) zur Bildaufnahme, wobei der Signalausgang des CCD auch zum Aufladen einer Kamerabatterie benutzt wird. Die von der Bildaufnahmeseite abgewandte Unterseite des CCD ist einem rückwärtigen Fenster der Kamera zugewandt. Beim Fotografieren wird das rückwärtige Fenster mittels einer Lichtschutzplatte abgedeckt. Zum Aufladen der Batterie wird die Lichtschutzplatte von der elektronischen Kamera abgenommen. Dann trifft Licht auf die Unterseite des CCD, das elektrische Ladungen sammelt. Wenn der von dem CCD gelieferte Ladungsstrom größer als der verbrauchte Strom ist, wird der Ladungsstrom dem Energieversorgungsschaltkreis zugeführt und die wiederaufladbare Batterie geladen. Wenn der verbrauchte Strom kleiner ist als der Ladungsstrom des CCD, wird das Laden gestoppt.

[0004] Die DE 60 2005 003 497 T2 beschreibt eine mobile Vorrichtung, die einen Bildsensor aufweist, wobei die Zeitgeber-/Steuerungsschaltung die Pixel selektiv steuert, so dass mehrere Pixel gleichzeitig Strom für das Batterieladegerät bereitstellen.

[0005] Die US 6,803,553 B1 beschreibt ein Verfahren zum Betreiben eines Bildsensors mit wenigstens einem Fotoelement, das folgende Schritte umfasst: Erzeugen von Ladung mittels des Fotoelements und Verwenden wenigstens eines ersten Teils der Ladung, die mittels des Fotoelements einem anderen Schaltkreis zum Verringern eines Energieverbrauchs einer Energieversorgung zugeführt wird. Jeder Rücksetzschritt im Normalbetrieb und im Bereitschaftsmodus kann eine erste Phase aufweisen, in der wenigstens ein Teil der Ladung von dem Photoelement zu einer Kapazität übertragen wird. Nach wenigen Millisekunden beginnt eine zweite Phase des Rücksetzschritts, währenddessen der Rest der in dem Photoelement gesammelten Ladung zur Spannungsversorgung abgeleitet wird.

[0006] Die JP 2007-281144 A beschreibt eine Vorrichtung zum Aufnehmen von Bildern und zur Energieerzeugung. Die Bündelung des Lichts durch die Abbildungslinsen ermöglicht eine effiziente Energiesammlung, so dass Solarzellen mit kleiner Oberfläche gewählt werden können.

[0007] Aus der US 2006/0268979 A1 geht eine kabellose Überwachungskamera hervor, die einen CMOS-Bildsensor umfasst, der die Erfassung eines Bild- oder Videosignals ermöglicht. Das Bildsignal wird über einen Prozessor umgewandelt und kann als JPEG-Datei ausgegeben und beispielsweise auch drahtlos übermittelt werden. Diese kabellose Überwachungskamera weist darüber hinaus Solarzellen auf, die dazu geeignet sind, Sonnenlicht aufzunehmen und daraus eine fotoelektrische Energie zu generieren. Diese Energie wird einer Stromversorgungseinheit zugeführt, welche wiederum die gespeicherte Energie für den Betrieb des Bildsensors zur Verfügung stellt. Diese Überwachungseinrichtung ermöglicht den Betrieb ohne einen Kabelanschluss zum Zuführen von Fremdenergie, da die Energie aus den Solarzellen gewonnen wird. Diese energieautarke Kamera weist jedoch den Nachteil auf, dass der apparative Aufbau aufwändig ist, um solche Bildsignale zu erfassen, zu verarbeiten und weiterzuleiten. Darüber hinaus muss beim Einsatz solcher Überwachungskameras immer die Anordnung und Lage zur Sonne berücksichtigt werden, damit die Solarzellen die Überwachungskamera mit hinreichender Energie versorgen können.

[0008] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum energieautarken Betrieb, insbesondere energieautarken Inbetriebnahme, einer Vorrichtung sowie eine energieautarke Vorrich-

tung zu schaffen, welche einen einfachen Aufbau und einen standortunabhängigen Betrieb ermöglicht.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Dadurch, dass bei Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung eine Betriebsphase zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung eingeleitet wird, bei der ein einzelnes Sensorelement geschaltet wird oder eine vorbestimmte Anzahl von Sensorelementen in Serie geschaltet werden, bis eine Betriebsspannung erreicht wird, bei der die Kontrolleinrichtung der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie angesteuert wird, ist auch bei der Inbetriebnahme ein energieautarker Betrieb der Vorrichtung mit einer Kontrolleinheit möglich, die eine Betriebsspannung benötigt, die höher ist als die von einzelnen fotoempfindlichen Sensorelementen typischerweise bereitgestellte Spannung.

[0010] Die insbesondere als Photodioden ausgebildeten Sensorelemente können für die Betriebsphase zur Inbetriebnahme solange in Serie geschaltet werden, bis die Startenergie zur Ansteuerung der Kontrolleinrichtung gesammelt wurde. Alternativ kann auch nur ein einzelnes Sensorelement vorgesehen sein. Dadurch können die Spannungen der einzelnen Sensorelemente addiert werden. Alternativ zur zeitweisen Schaltung der Sensorelemente in Reihe kann auch eine Parallelschaltung vorgesehen sein. Darüber hinaus kann auch eine dauerhafte Schaltung von einem Teil einer Zeile oder Spalte oder ganze Bereiche der Matrix in Serie geschaltet werden, um Energie zu sammeln. Der verbleibende Teil der Matrix kann zur Erfassung von Signalen durch die lichtempfindlichen Sensorelemente verwendet werden. Somit kann eine dauerhafte Versorgung mit Energie sichergestellt werden. Zur Ansteuerung der temporär in Reihe geschalteten Sensorelemente, insbesondere der Photodioden, ist bevorzugt ein selbstleitender Schalter vorgesehen, der später ausgeschaltet wird. Hierfür können Transistoren verwendet werden, die ohne Spannung einen leitenden Kanal aufweisen (JFETs oder Depletion-MOSFETs).

[0011] Durch die Ansteuerung des oder der lichtempfindlichen Sensorelemente in einer ersten Betriebsphase, in welcher durch die Sensorelemente Signale erfasst werden sowie in einer weiteren Betriebsphase, die zeitversetzt zur ersten Betriebsphase angesteuert wird, in der durch dieselben Sensorelemente Lichtenergie aufgenommen wird, können durch das oder die in der Matrix angeordneten Speicherelemente zwei unterschiedliche Betriebsphasen ermöglicht werden. Dadurch kann eine vereinfachte Schaltung vorgesehen sein, da diese Sensorelemente durch eine entsprechende Umpolung sowohl in der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie als auch in der Betriebsphase zur Erfassung von Signalen geschaltet werden können. Dies weist des Weiteren den Vorteil auf, dass zwei getrennte elektro-

nische Baugruppen zur Aufnahme von Energie und zur Erfassung von Signalen nicht erforderlich sind, so dass kleinere Baugrößen erzielt werden können. Dadurch wird eine vielseitige Anwendung ermöglicht.

[0012] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie die lichtempfindlichen Sensorelemente parallel geschaltet werden. Dadurch kann ein einfacher Schaltungsaufbau, insbesondere in der CMOS-Technologie, erfolgen.

[0013] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass durch die Kontrolleinrichtung mit einem Schaltwandler oder einer Ladungspumpe eine negative Spannung, die von den Sensorelementen durch die Aufnahme von Lichtenergie erzeugt wurde, invertiert und auf ein Betriebsspannungsniveau hochgewandelt wird. Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass dies mittels einer geschalteten Umpolung des Energiespeichers ähnlich einer invertierenden Ladungspumpe erfolgt.

[0014] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass durch die Kontrolleinheit die Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie durch das oder die Sensorelemente zeitabhängig oder ladungsabhängig angesteuert und der Ladungszustand des zumindest einen Energiespeichers überwacht wird. Durch die zeitabhängige Ansteuerung wird ermöglicht, dass in vorbestimmten Zeitintervallen eine Signalerfassung durchgeführt wird. Beispielsweise beim Einsatz der Vorrichtung als Überwachungskamera kann in vorbestimmten zeitlichen Abständen eine Zustandserfassung über den zu überwachenden Bereich erfolgen, wobei dazwischen liegend eine Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie geschaltet wird. Die ladungsabhängige Umschaltung kann dann erfolgen, sobald die Speicherkapazität des zumindest einen Energiespeichers erschöpft ist, so dass eine Signalerfassung erfolgt. Des Weiteren kann die ladungsabhängige Umschaltung der Betriebsphase auch zu dem Zeitpunkt eingeleitet werden, sobald die Ladung einen unteren Grenzwert einnimmt, der nicht mehr genügt, um eine hinreichende Signalerfassung zu ermöglichen. Bevorzugt wird eine Kombination der beiden Schaltkriterien erfolgen, wobei das Vorhandensein einer Mindestenergie zum Betrieb der Vorrichtung vorrangig ist.

[0015] Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Beginn und/oder das Ende der Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie zum Speichern von Energie in einem Energiespeicher, insbesondere Kondensator, durch ein optisches Signal angesteuert werden/wird. Hierbei kann ein sogenanntes optisches Triggern erfolgen und dadurch zum einen vorgesehen sein, dass ein Lichtsignal den Beginn der Betriebsphase oder das Ende der Betriebsphase ansteuert. Zum ande-

ren kann vorgesehen sein, dass die Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie solange aufrechterhalten wird, solange ein optisches Signal von einer Lichtquelle ausgesendet wird. Diese Ausführungsform eignet sich insbesondere beim Einsatz als optisches Identifikationselement, welche beispielsweise durch ein künstliches Lichtsignal, insbesondere eine LED, für eine vorbestimmte Zeitdauer beleuchtet werden, um in der Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie das Identifikationselement zu laden. Sobald die Betriebsphase durch ein Lichtsignal beendet wird beziehungsweise sobald das Lichtsignal ausgeschaltet wird, wechselt die Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie in die Betriebsphase zur Erfassung und/oder Übertragung von Signalen. Das optische Identifikationselement übermittelt über die LED Identifikationsdaten wiederum zurück. Diese werden dann wiederum von einem Auslesegerät weiter verarbeitet.

[0016] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Betriebsphase beziehungsweise die zeitliche Dauer zur Erfassung von Signalen und zum Auslesen von Signalen in Abhängigkeit der gespeicherten Energie in zumindest einem Energiespeicher angesteuert wird, wobei diese Betriebsphase dann beendet wird, sobald die gespeicherte Energie einen unteren Grenzwert erreicht. Durch eine solche Überwachung der Betriebsphasen durch die Kontrolleinrichtung kann in Abhängigkeit der vorhandenen oder zur Verfügung stehenden Energie eine Auswertung der erfassten Signale und/oder einer zu übertragenden Datenrate und/oder einer Auswahl an bestimmten zu übertragenden Daten erfolgen. Dadurch wird sichergestellt, dass die Vorrichtung in einem energieautarken Betriebsmodus gehalten wird, in dem die Kontrolleinrichtung ansteuerbar und aktiv bleibt sowie eine Mindestbetriebsspannung vorherrscht.

[0017] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei einer geringen Menge an gespeicherter Energie in zumindest einem Energiespeicher durch die Kontrolleinrichtung nur ein Teil der Matrix der Sensorelemente ausgelesen oder nur eine geringe Datenmenge übermittelt wird. Das Auslesen von nur einzelnen Zeilen oder Spalten der Matrix stellt eine weitere mögliche Schutzmaßnahme dar, um einen energieautarken Betrieb sicherzustellen.

[0018] Bevorzugt ist vorgesehen, dass für die Betriebsphase zur Erfassung von Signalen Photodioden eingesetzt werden, welche auf einem CMOS-Chip vorgesehen sind und vorzugsweise in einer Matrix von CMOS-Pixelzellen einen bildverarbeitenden Sensor bilden. Dadurch können sogenannte CMOS-Kameramodule sowohl zur Erfassung von einzelnen Bildern als auch zur Erzeugung von Energie eingesetzt werden. Insbesondere wird eine sogenann-

te Technologie für Überwachungskameras oder solche Anwendungsbereiche eingesetzt, die eine autarke Langzeitüberwachung an entfernten Stellen ohne eine Echtzeitübertragung der Signale erfordern.

[0019] Nach einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass alternativ zu den Photodioden lichtempfindliche und lichtaussendende Sensorelemente, vorzugsweise Laserdioden oder LEDs, eingesetzt werden, die insbesondere in einer Betriebsphase zum Aussenden von Signalen zeitversetzt zum Empfangen von Signalen und zur Aufnahme von Lichtenergie geschaltet werden. Durch den Einsatz solcher Sensorelemente kann eine erhöhte Flexibilität in den Anwendungsbereichen der energieautarken Vorrichtung gegeben sein.

[0020] Damit ein energieautarker Betrieb einer Vorrichtung in Gang gebracht wird, ist gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass durch zumindest eine autarke Energiequelle zumindest ein Energiespeicher geladen wird, bis eine Betriebsspannung erreicht wird, bei der die Kontrolleinrichtung zumindest die Ansteuerung der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie steuert. Bei energieautarken Systemen liegt zunächst keine Versorgungsspannung vor. Der initiale Zustand der Vorrichtung muss daher durch einen solchen Energiesammelzustand erreicht werden. Dieser benötigt anfänglich eine besondere Betriebsphase zur Inbetriebnahme, um die Energie bereitzustellen. Der Grund hierfür sind die oft zu niedrigen Spannungen an einzelnen fotoempfindlichen Sensorelementen, die typischerweise bei Silizium-Photodioden unter den Betriebsspannungen der Kontrolleinheiten liegen.

[0021] Nach einer weiteren alternativen Ausgestaltung der Betriebsphase zur Inbetriebnahme ist vorgesehen, dass eine oder mehrere externe Inbetriebnahme-Dioden, vorzugsweise Leuchtdioden mit einer höheren photoelektrischen Spannung gegenüber den Sensorelementen, eingesetzt werden, die zur Energiespeicherung in dem zumindest einen Energiespeicher und zur anfänglichen Ansteuerung der Kontrolleinrichtung dient. Die externe Inbetriebnahme-Diode erzeugt durch Nutzung von vorzugsweise höher energetischen Photonen bei deren Belichtung mit Lichtenergie eine gegenüber einer herkömmlichen Photodiode höhere Spannung, die auch direkt verwendet werden kann.

[0022] Eine alternative Ausgestaltung sieht vor, dass dauerhaft mehrere Sensorelemente, insbesondere Photodioden, in Serie geschaltet werden. Ein Zwischenspeicher, insbesondere Kondensator, speichert die gesammelte Energie. Sobald die Betriebsspannung erreicht wird, die vorzugsweise über einen Spannungsmonitor überwacht wird, der beispielsweise als quasi leistungsloser Schmitt-Trigger mit Feld-

effekt-Transistoren ausgebildet sein kann, wird die Kontrolleinrichtung gestartet.

[0023] Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens ist vorgesehen, dass die Kontrolleinrichtung einen Spannungsmonitor umfasst, durch den ein oberer und unterer Grenzwert für die Aufrechterhaltung der Betriebsphase überwacht und vorzugsweise das aktuelle Betriebsspannungsniveau erfasst wird. Dadurch kann eine zustandsorientierte Ansteuerung erfolgen, um bei abfallendem Energieniveau eine Betriebsphase zur Aufnahme von Signalen oder zur Aussendung von Signalen abzuschalten oder abubrechen und um eine Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie einzuleiten.

[0024] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine energieautarke Vorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens, mit einem oder mehreren Sensorelementen gelöst, die dazu ausgebildet ist, bei Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung eine Betriebsphase einzuleiten, bei der ein einzelnes Sensorelement geschaltet wird oder eine vorbestimmte Anzahl von Sensorelementen in Serie geschaltet werden, bis eine Betriebsspannung erreicht wird, bei der die Kontrolleinrichtung der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie angesteuert wird.

[0025] Zumindest ein Modul aus einem oder mehreren in einer Matrix angeordneten Sensorelementen ist vorgesehen, die zur Aufnahme von Signalen und zur Aufnahme von Lichtenergie zeitversetzt mit einer Kontrolleinrichtung ansteuerbar sind. Dadurch können durch dieselben Sensorelemente zwei unterschiedliche Schaltungszustände beziehungsweise Funktionen erzielt werden. Eine solche Anordnung ermöglicht eine erhöhte Flexibilität zum Einsatz einer solchen Vorrichtung. Beispielsweise können solche Vorrichtungen als Überwachungskameras oder Klingelkameras eingesetzt werden. Darüber hinaus kann eine drahtlose Kommunikation in elektrischen Bauteilen ermöglicht werden. Diese Vorrichtungen ermöglichen ebenfalls einen Einsatz als optische Identifikationseinheiten (optical IDs), Abstandssensoren, Farbsensoren, Lichtsensoren oder einen Einsatz in einem optischen Ethernet.

[0026] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung ist zur Ansteuerung des oder der Speicherelemente ein Schaltkreis vorgesehen, der zumindest einen Energiespeicher, einen Spannungsmonitor und die Kontrolleinrichtung sowie vorzugsweise einen Inbetriebnahmeschaltkreis umfasst. Dadurch wird ein einfacher Aufbau einer solchen Vorrichtung mit einem energieautarken Betrieb ermöglicht.

[0027] Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen derselben werden im Folgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Beispiele näher beschrieben und erläutert. Die der Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmenden Merkmale können einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination erfindungsgemäß angewandt werden. Es zeigen:

[0028] [Fig. 1](#) einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung für einen energieautarken Betrieb und

[0029] [Fig. 2](#) ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zum energieautarken Betrieb der Vorrichtung.

[0030] In [Fig. 1](#) sind schematisch einzelne Komponenten der erfindungsgemäßen Vorrichtung **11** dargestellt, welche zumindest zum energieautarken Betrieb, wie beispielsweise einer CMOS-Kamera, erforderlich sind. Die Vorrichtung **11** umfasst zumindest einen Energiespeicher **12**, der mit einem oder mehreren lichtempfindlichen Sensorelementen **14** in Verbindung steht, die vorzugsweise auf einem CMOS-Chip angeordnet sind. Die Sensorelemente **14**, welche sowohl natürliches als auch künstliches Licht oder Lichtsignale erfassen, können beispielsweise als Photodioden oder als lichtempfindliche und lichtaussendende Sensorelemente, wie beispielsweise Laserdioden oder Leuchtdioden, ausgebildet sein. Diese Dioden sind als Teil einer CMOS-Pixelzelle in einer Matrix angeordnet. Diese lichtempfindlichen Sensorelemente arbeiten in sichtbaren oder nicht sichtbaren (infrarot- oder ultravioletten) Wellenbereichen, insbesondere im Wellenlängenbereich von 200 nm bis 50 µm. Die Ansteuerung der Sensorelemente **14** erfolgt über eine Kontrolleinrichtung **16**, die wiederum mit einem Spannungsmonitor **17** in Verbindung steht. Der Spannungsmonitor **17** selbst überwacht den Zustand des zumindest einen Energiespeichers **12**, so dass in Abhängigkeit dessen/deren Energieniveaus die Kontrolleinrichtung **16** entsprechend einzelne Betriebsphasen der Sensorelemente **14** ansteuert.

[0031] Die Vorrichtung **11** umfasst des Weiteren einen Inbetriebnahmeschaltkreis **18**, der dazu vorgesehen ist, die energieautarke Vorrichtung **11** vor der erstmaligen Inbetriebnahme auf ein minimales Niveau einer Betriebsspannung zu bringen, damit von diesem Zeitpunkt an die Vorrichtung **11** energieautark arbeiten kann.

[0032] In [Fig. 1](#) sind die einzelnen Komponenten der Vorrichtung **11** durch Pfeile mit durchgezogenen Linien sowie mit Pfeilen mit gestrichelten Linien verbunden. Die Pfeile mit durchgezogener Linie stehen für Informationsflüsse, die zwischen den einzelnen Komponenten erfolgen. Die Pfeilen mit gestrichelter Linie

stehen für die Energieflüsse, um die einzelnen Komponenten zu deren Funktion anzusteuern.

[0033] Ausgehend von der Inbetriebnahmeschaltung **18** wird zunächst eine Startenergie dem zumindest einen Energiespeicher **12** zur Verfügung gestellt, so dass von diesem zumindest einen Energiespeicher **12** aus die Kontrolleinrichtung **16** angesteuert und betrieben werden kann. Gleichzeitig gibt der Inbetriebnahmeschaltkreis **18** ein Steuerimpuls an die Kontrolleinrichtung **16** ab, um diese zu aktivieren. Von dem zumindest einen Energiespeicher **12** wird eine Energie zum Spannungsmonitor **17** übermittelt, der die gespeicherte Energie des Energiespeichers **12** überwacht. Des Weiteren gibt der Spannungsmonitor **17** entsprechende Signale an die Kontrolleinrichtung **16** ab, um die Sensorelemente **14** zu aktivieren oder eine Modusänderung vorzunehmen. Nachdem die Kontrolleinrichtung **16** eine entsprechende Aktivierungsenergie oder ein Signal für eine Modusveränderung von dem Spannungsmonitor **17** erhalten hat, erfolgt über die Kontrolleinrichtung **16** eine Kontrolle über den Schaltzustand der Sensorelemente **14** bezüglich deren Betriebsphasen. Des Weiteren ist die Kontrolleinrichtung **16** für die Organisationskontrolle zur Ansteuerung der Sensorelemente als auch für die Ansteuerung von auszusendenden Informationen der Sensorelemente **14** verantwortlich. Die Sensorelemente **14** wiederum können in einem empfangenden Betriebsmodus die empfangenen Signale an die Kontrolleinrichtung **16** zur Weiterverarbeitung übergeben.

[0034] Zum Aussenden von Informationen über das zumindest eine Sensorelement **14** (in diesem Fall muss das zumindest eine Sensorelement **14** Licht aussenden können) wird von dem zumindest einen Energiespeicher **12** die erforderliche Energie dem zumindest einen Sensorelement **14** für dessen Betrieb bereitgestellt. In einem weiteren Betriebsmodus, in dem das zumindest eine Sensorelement **14** Energie empfängt, erfolgt eine Aufladung des zumindest einen Energiespeichers **12**.

[0035] Die vorbeschriebenen Energie- und Informationsflüsse können entsprechend den eingesetzten Komponenten modifiziert werden, um eine Energieautarke Vorrichtung **11** zu erzielen.

[0036] In [Fig. 2](#) ist schematisch ein Flussdiagramm dargestellt, welches nach der erstmaligen Inbetriebnahme der Vorrichtung **11** mögliche Abfolgen von Betriebsphasen aufzeigt.

[0037] Für den erstmaligen Betrieb der Vorrichtung **11** wird die Betriebsphase zur Inbetriebnahme eingeleitet, welche in Schritt **41** dargestellt ist. Diese Inbetriebnahme dient ausschließlich dazu, um anfängliche Energie zu sammeln, bis die Kontrolleinrichtung **16** betriebsbereit ist, um die weiteren Kompo-

nenten der Vorrichtung **11** anzusteuern. Nach einer ersten Ausführungsform kann eine autarke Energiequelle eingesetzt werden, welche Energie aus mechanischen Schwingungen und allgemeiner mechanischer Energie über beispielsweise Piezowandler oder elektromagnetische Wandler erzeugt. Ebenfalls kann auch Wärmeenergie über thermoelektrische Elemente oder elektromagnetische Strahlung, wie beispielsweise Radiofrequenz, UV- oder IR-Strahlung, als autarke Energiequelle verwendet werden.

[0038] Des Weiteren können sogenannte Start-Up-Photodioden beziehungsweise Inbetriebnahme-Leuchtdioden vorgesehen sein, welche eine höhere Spannung als die sonst eingesetzten Sensorelemente **14** aufweisen, die dem zumindest einen Energiespeicher **12** zugeführt werden kann. Des Weiteren können dauerhaft mehrere Sensorelemente **14** in Serie oder auch nur temporär bis zur Inbetriebnahme einzelne Sensorelemente in Reihe geschaltet sein, das heißt, dass nach dem Erreichen der Betriebsspannung die zunächst in Reihe geschalteten Sensorelemente **14** in beliebiger Reihenfolge wieder in Reihen- oder Parallelschaltung miteinander verbunden werden können.

[0039] Nachdem die Inbetriebnahme erfolgt ist, kann in Abhängigkeit der eingesetzten Sensorelemente **14** ein Aufeinanderfolgen von mehreren Betriebsphasen erfolgen.

[0040] Beim Einsatz von Sensorelementen **14**, die ausschließlich als lichtempfindliche Elemente ausgebildet sind, erfolgt ein Wechsel zwischen der Betriebsphase zur Aufnahme von Energie gemäß Schritt **42** und zum Empfang von Signalen gemäß Schritt **43**. Sofern lichtempfindliche und lichtaussendende Elemente als Sensorelemente **14** eingesetzt werden, kommt eine dritte Betriebsphase zur Aussendung von Signalen gemäß Schritt **44** hinzu. Zwischen diesen drei Betriebsphasen kann ein beliebiger oder gesteuerter Wechsel erfolgen.

[0041] Die Kontrolleinrichtung **16** schaltet beispielsweise in Schritt **42** die Sensorelemente **14** über je einen Schalter beziehungsweise Transistor parallel und sammelt die Energie in zumindest einem Kondensator als Energiespeicher **12**. Im Beispielfall der energieautarken CMOS-Kamera kann der bereits in der CMOS-Pixelzelle vorhandene Transistor verwendet werden. Typischerweise liegen die Anoden der Sensorelemente auf Masse. Es wird daher eine kleine negative Spannung erzeugt. Die Kontrolleinrichtung **16** muss daher, nachdem genügend Energie im Energiespeicher vorhanden ist, diese Spannung mittels Schaltwandler oder Ladungspumpe invertieren und hochwandeln auf das Betriebsspannungsniveau. Am Einfachsten geschieht dies mittels geschalteter Umpolung des Speicherkondensators ähnlich einer invertierenden Ladungspumpe.

[0042] In Schritt **43** werden die Sensorelemente **14** in die Betriebsphase zum Empfang von Signalen gesetzt. Dabei ist vorgesehen, dass die Kontrolleinrichtung **16** die Sensorelemente **14** entsprechend ansteuert. Die Matrix der Sensorelemente **14** wird vorzugsweise im Reverse-Bias-Verfahren angesteuert. Nach einer vorbestimmten Belichtungszeit werden die Sensorelemente **14** einzeln oder gemeinsam ausgelesen. Bei einer Matrix von Sensorelementen **14** mit einer Anzahl n größer 1 können sowohl räumlich auflösende Bilder der Umgebung aufgenommen als auch Datensender (Lichtquellen) räumlich identifiziert werden. Ein Datenempfang von mehreren Datensendern ist durch die räumliche Auflösung zeitgleich und ohne Frequenzbandprobleme möglich. Die Kontrolleinrichtung **16** verarbeitet die Informationen und entscheidet, welche Daten gespeichert oder über weitere Schnittstellen weiter vermittelt werden.

[0043] In Schritt **44** ist die Betriebsphase zum Aussenden von Signalen vorgesehen, das heißt, dass die in Schritt **43** erfassten Signale drahtlos an entfernt liegende Kommunikationssysteme übertragen werden können, so dass eine dezentrale Anordnung der Vorrichtung **11** von einer Zentrale ermöglicht ist. Hierfür werden beispielsweise lichtaussendende Sensorelemente **14** vorgesehen, die mit einer Spannung in Durchlassrichtung versorgt werden. Im Falle einer Matrix sind typischerweise die Anoden der Dioden beziehungsweise Sensorelemente **14** auf Masse gelegt. Es ist also an die Kathoden eine negative Spannung anzuschließen durch die zumeist schon für die Matrix-Schaltung vorhandenen Transistoren oder es ist der Kontakt zur Masse global für alle Dioden beziehungsweise Sensorelemente zu unterbrechen und mit einer positiven Spannung zu verbinden. Alternativ können auch weitere Übertragungselemente zur Aussendung von Signalen vorgesehen sein, beispielsweise ein Funksystem. Sofern bei der Vorrichtung **11** lichtempfindliche und lichtaussendende Sensorelemente **14** eingesetzt werden, sind grundsätzlich drei Betriebsphasen in einer beliebigen Reihenfolge ansteuerbar. Es kann ein ein- oder mehrmaliger Wechsel zwischen einzelnen Betriebsphasen erfolgen oder eine immer aufeinanderfolgende festgelegte Reihenfolge der Betriebsphasen ansteuerbar sein. Sofern eine festgelegte Reihenfolge der Betriebsphasen vorgesehen ist, kann diese immer dann unterbrochen werden, wenn der Spannungsmonitor **17** feststellt, dass ein unterer Grenzwert für die erforderliche Betriebsspannung der energieautarken Vorrichtung **11** erreicht wird. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt eine sofortige Umschaltung in die Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie, um den energieautarken Betrieb der Vorrichtung sicherzustellen.

[0044] Die Kontrolleinrichtung **16** ist des Weiteren derart einstellbar, dass in Abhängigkeit einer vorliegenden Energiemenge in zumindest einem Energiespeicher **12** eine Entscheidung über die Ansteuerung

der Betriebsphasen zum Empfangen oder Aussenden von Signalen erfolgt. Bei einem hohen Energieniveau in zumindest einem Energiespeicher **12** kann beispielsweise eine größere Zeit mit dem Auslesen von erfassten Signalen der Sensorelemente **14** verbracht oder beispielsweise die Datenrate erhöht werden. Umgekehrt kann bei einem niedrigeren Energieniveau nur ein Teil der Matrix der Sensorelemente ausgelesen oder weniger Daten oder nur Daten mit einer hohen Priorität gesendet werden.

[0045] Dieses Verfahren und diese Vorrichtung für einen energieautarken Betrieb sind insbesondere dann von Vorteil, wenn keine Echtzeitübertragung erforderlich und nur eine geringe Datenrate beziehungsweise geringe Anzahl von Bildern pro Sekunde benötigt und Servicefreiheit gewünscht ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum energieautarken Betrieb einer Vorrichtung (**11**) mit einem oder mehreren in einer Matrix angeordneten lichtempfindlichen Sensorelementen (**14**), die durch eine Kontrolleinrichtung (**16**) in einer Betriebsphase zur Erfassung von Signalen angesteuert werden, wobei das oder die Sensorelemente (**14**) zeitversetzt zur Betriebsphase zur Erfassung von Signalen in eine Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie geschaltet werden und die gesammelte Energie in zumindest einem Energiespeicher (**12**) gespeichert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (**11**) eine Betriebsphase zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (**11**) eingeleitet wird, bei der ein einzelnes Sensorelement (**14**) geschaltet wird oder eine vorbestimmte Anzahl von Sensorelementen (**14**) in Serie geschaltet werden, bis eine Betriebsspannung erreicht wird, bei der die Kontrolleinrichtung (**16**) der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie angesteuert wird.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorelemente (**14**) für die Betriebsphase zur Inbetriebnahme solange in Serie geschaltet werden, bis eine erforderliche Energie zur Ansteuerung der Kontrolleinheit (**16**) gesammelt ist.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie die Sensorelemente (**14**) parallel geschaltet werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Kontrolleinrichtung (**16**) mit einem Schaltwandler oder einer Ladungspumpe eine von dem Sensorelement (**14**) durch die Aufnahme von Lichtenergie negativ erzeugte Spannung invertiert und auf ein Betriebsspannungsniveau hochgewandelt wird, wo-

bei vorzugsweise der Energiespeicher (12) umgepolt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass durch die Kontrolleinrichtung (16) die Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie zeitabhängig oder abhängig von der gespeicherten Energie im Energiespeicher (12) angesteuert wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Beginn und/oder das Ende oder die zeitliche Dauer der Betriebsphase zur Aufnahme der Lichtenergie durch ein optisches Signal angesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Betriebsphase zur Erfassung von Signalen und zum Auslesen von Signalen in Abhängigkeit der gespeicherten Energie so lange angesteuert wird, bis die gespeicherte Energie einen unteren Grenzwert für die Aufrechterhaltung der Betriebsphase erreicht.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer geringen Menge an gespeicherter Energie in dem zumindest einen Energiespeicher (12) durch die Kontrolleinrichtung (16) nur ein Teil der Matrix der Sensorelemente (14) in der Matrix ausgelesen oder nur eine geringe Datenmenge übermittelt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Betriebsphase zur Erfassung von Signalen Photodioden eingesetzt werden, welche auf einem CMOS-Chip vorgesehen sind und vorzugsweise in einer Matrix von CMOS-Pixelzellen einen bild erfassenden Sensor bilden.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Sensorelemente (14) lichtempfindliche und lichtaussendende Sensorelemente, vorzugsweise Laserdioden oder Leuchtdioden, eingesetzt werden und eine Betriebsphase zum Aussenden von Signalen zeitversetzt zum Empfangen von Signalen und zur Aufnahme von Lichtenergie geschaltet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Betriebsphase zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (11) eingeleitet wird, bei der von zumindest einer autarken Energiequelle eine externe Startenergie für den zumindest einen Energiespeicher (12) bereitgestellt wird, bis eine Betriebsspannung zur Ansteuerung der Kontrolleinrichtung (16) für die Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie erreicht wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere externe Inbetrieb-

nahme-Dioden, vorzugsweise Leuchtdioden mit einer höheren photoelektrischen Spannung gegenüber den Sensorelementen (14), eingesetzt werden, deren Energie in dem zumindest einen Energiespeicher (12) gespeichert und zur Ansteuerung der Kontrolleinrichtung (16) eingesetzt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontrolleinrichtung (16) mit einem Spannungsmonitor (17) gekoppelt ist, durch den ein oberer und unterer Grenzwert für die Aufrechterhaltung der Betriebsphase überwacht und vorzugsweise die aktuelle Betriebsspannung erfasst wird.

14. Vorrichtung zum energieautarken Betrieb von einem oder mehreren lichtempfindlichen Sensorelementen (14), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Modul aus einem oder mehreren in einer Matrix angeordneten lichtempfindlichen Sensorelementen (14) vorgesehen ist, das oder die zur Aufnahme von Signalen und zur Aufnahme von Lichtenergie zeitversetzt mit einer Kontrolleinrichtung (16) ansteuerbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die energieautarke Vorrichtung (11) dazu ausgebildet ist, bei Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (11) eine Betriebsphase zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (11) einzuleiten, bei der ein einzelnes Sensorelement (14) geschaltet wird oder eine vorbestimmte Anzahl von Sensorelementen (14) in Serie geschaltet werden, bis eine Betriebsspannung erreicht wird, bei der die Kontrolleinrichtung (16) der Betriebsphase zur Aufnahme von Lichtenergie angesteuert wird.

15. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ansteuerung des oder der Speicherelemente (14) zumindest ein Energiespeicher (12), ein Spannungsmonitor (17) und die Kontrolleinrichtung (16) sowie ein Schaltkreis (18) zur Inbetriebnahme der energieautarken Vorrichtung (11) vorgesehen ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

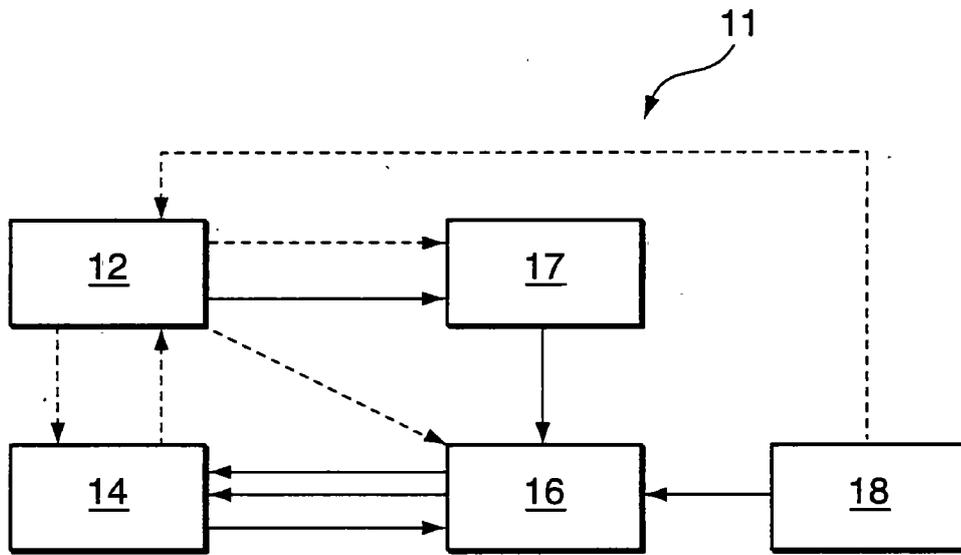


Fig. 1

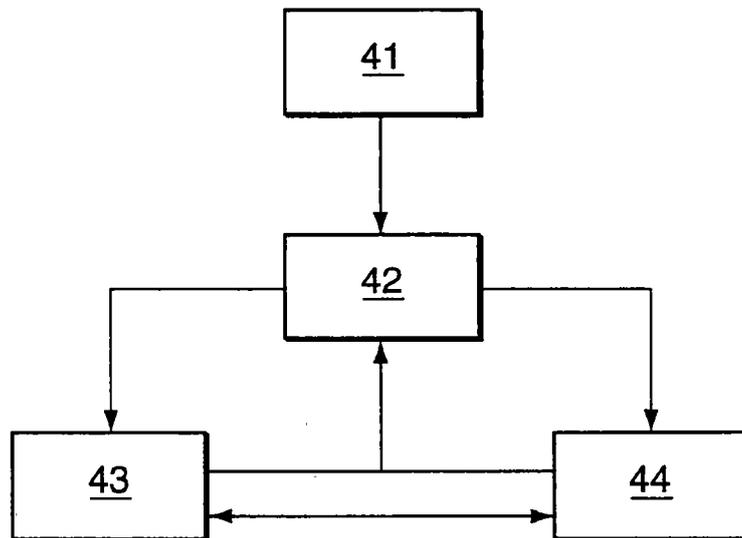


Fig. 2