

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **700 580 B1**

(51) Int. Cl.: **G01D 5/26** (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 01552/03

(22) Anmeldedatum: 10.09.2003

(24) Patent erteilt: 30.09.2010

(45) Patentschrift veröffentlicht: 30.09.2010

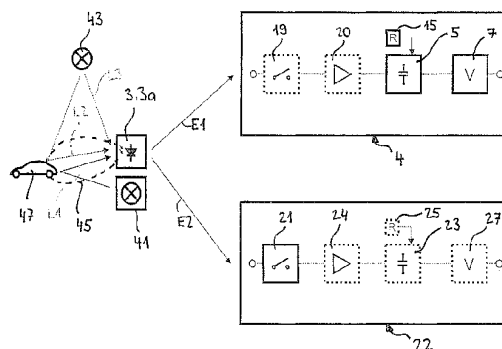
(73) Inhaber:
Baumer Electric AG, Hummelstrasse 17
8500 Frauenfeld (CH)

(72) Erfinder:
Dr. Klaus Friedrich Müller, 69120 Heidelberg (DE)

(74) Vertreter:
Hans Rudolf Gachnang Patentanwalt, Badstrasse 5
Postfach
8500 Frauenfeld (CH)

(54) **Messeinrichtung sowie Vorrichtung und Verfahren zur Minimierung von Fremdlichteinflüssen bei dieser Messeinrichtung.**

(57) Die Messeinrichtung umfasst eine Nutzlichtquelle (41) zum Aussenden eines Nutzlichtsignals mit modulierter Intensität und mindestens ein Wandlerelement (3) zum Umwandeln einer durch das Nutzlichtsignal und durch Fremdlicht beeinflussbaren Messgrösse in eine elektrische Messgrösse. Das Wandlerelement (3) ist über eine Schaltungsvorrichtung mit einer sekundären Integrationsvorrichtung (22) verbindbar. Durch alternierende Verbindung des Wandlerelements (3) mit der sekundären Integrationsvorrichtung (22) innerhalb einzelner Messzyklen und durch anschliessende Weiterverarbeitung kann der Fremdlichtanteil von der Messgrösse eliminiert werden.



Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist eine Messeinrichtung sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Minimierung von Fremdlichteinflüssen bei dieser Messeinrichtung gemäss den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche 1, 8 und 9.

[0002] Zur Bestimmung von Abständen, mehrdimensionalen geometrischen Abmessungen, Formen, Oberflächenstrukturen, Farben usw. werden verbreitet optische Sensoren in unterschiedlichster Ausgestaltung eingesetzt. Sie können ein oder mehrere lichtempfindliche Elemente umfassen, die z.B. einzeln oder als eindimensionale Zeilen oder als zweidimensionale Arrays angeordnet sein können. Die zu erfassenden Objekte reflektieren in der Regel Umgebungslicht, das aus natürlichen oder künstlichen Fremdlichtquellen stammt. Dieses Fremdlicht kann je nach Sensortyp oder Einsatzbereich erforderlich oder aber störend sein. Deshalb haben optische Sensorsysteme oft eigene Sensorlichtquellen oder Nutzlichtquellen, die das zu erfassende Objekt in definierter Weise kontinuierlich oder getaktet beleuchten. Im Weiteren ist es auch bekannt, Filter einzusetzen, die den wirksamen Spektralbereich bei der Nutzlichtquelle und/oder beim Sensorelement begrenzen.

[0003] Aus dem Datenblatt «iC-LF 1401, 128x1 Zeilensensor» der Firma iC-Haus GmbH in Bodenheim, Deutschland, ist ein Chip mit einer Photodiodenzeile in CMOS-Technologie bekannt. Der Chip beinhaltet eine elektronische Steuerung, eine Fotodiodenzeile mit 128 Pixeln, einen Pixel-Multiplexer und einen daran anschliessenden Ausgangsverstärker. Jedes Pixel umfasst eine Integrationskapazität und eine Sample-und-Hold-Schaltung mit zwei Operationsverstärkern, einem elektronischen Halteschalter und einer Haltekapazität. Die Fotodiode jedes Pixels ist auf ihrer p-Seite mit dem Masse-Potential verbunden. Die n-Seite der Fotodiode ist über einen elektronischen Aktivierungs-Schalter mit der Integrationskapazität und mit dem nicht invertierenden Eingang des ersten Operationsverstärkers der Sample-und-Hold-Schaltung verbindbar. Ausserdem ist parallel zur Integrationskapazität ein elektronischer Reset-Schalter zum Löschen bzw. Entladen dieser Kapazität angeordnet. Mit dem Aktivierungs-Schalter kann die Integrationsdauer gemeinsam für alle Pixel gesteuert werden.

[0004] Ein Nachteil dieses bekannten Zeilensensors besteht darin, dass Intensitätsschwankungen des auf die Fotodioden fallenden Lichts, wie sie beispielsweise durch schnell wechselnde Reflexionen des Sonnenlichts entstehen können, den Fotostrom der Fotodioden während der einzelnen Integrationszyklen in der Weise verändern können, dass die integrierten Messwerte fehlerhaft sind bzw. an Aussagekraft verlieren.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Messeinrichtung mit einer modulierbaren Nutzlichtquelle und einem durch Licht der Nutzlichtquelle beeinflussbaren Wandlerelement zu schaffen, bei der die Beeinflussbarkeit durch störendes Fremdlicht minimal ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zu schaffen, mit denen der Einfluss von Fremdlicht bei derartigen Messeinrichtungen minimiert werden kann.

Diese Aufgaben werden gelöst durch eine Messeinrichtung sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Minimierung von Fremdlichteinflüssen bei dieser Messeinrichtung gemäss den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche 1, 8 und 9.

[0006] Die erfindungsgemässe Messeinrichtung umfasst eine mit hoher Frequenz getaktete bzw. in ihrer Intensität modulierbare Nutzlichtquelle – beispielsweise eine Laserdiode –, mindestens einen optisch-elektrischen Wandler, eine mit diesem Wandler verbundene primäre Integrationsvorrichtung mit einem primären Integrationsspeicher und eine sekundäre Integrationsvorrichtung mit einem sekundären Integrationsspeicher. Der sekundäre Integrationsspeicher oder ein diesem vorgeschalteter Messgrössenwandler kann im Rhythmus der getakteten bzw. modulierten Nutzlichtquelle über ein sekundäres Freigabemittel bzw. einen schnell und verlustarm schaltbaren elektronischen Schalter mit dem Wandler verbunden werden.

Der sekundäre Integrationsspeicher kann je nach Ausgestaltung der Erfindung z.B. zugleich auch als primärer Integrationsspeicher ausgebildet sein bzw. der primären Integrationsvorrichtung zugeordnet sein. Die vom Wandler erfasste optische Messgrösse beinhaltet in der Regel einen Anteil des modulierten Nutzlichtsignals und einen störenden Lichtanteil von Fremdlichtquellen.

[0007] Die Nutzlichtquelle emittiert im Takt des Modulationssignals Lichtpulse, die durch dazwischenliegende Pulspausen unterbrochen sind. Die elektrische Messgrösse des Wandlers wird bei einer ersten Ausgestaltung der Erfindung im Takt des Modulationssignals alternierend beim primären und beim sekundären Integrationsspeicher integriert, sodass einer der Integrationsspeicher die Messwerte mit Nutzlichtanteil und der andere Integrationsspeicher die Messwerte ohne solchen Nutzlichtanteil inkrementiert bzw. dekrementiert. Da die Nutzlichtquelle während der einzelnen Integrationszyklen mit grosser Frequenz getaktet wird, wirken sich selbst im Vergleich zu den Integrationszyklen kurzzeitige Fremdlichteffekte annähernd gleich bei beiden Integrationsspeichern aus. Am Ende der einzelnen Integrationszyklen können die beiden Integrationswerte für die weitere Verarbeitung addiert oder subtrahiert werden. Im letzteren Fall kann so der durch das Fremdlicht entstandene Anteil eliminiert oder minimiert werden. Alternativ kann im primären, sekundären oder in weiteren Integrationsspeichern auch direkt ein Differenzwert integriert werden, was bei starkem Fremdlicht eine Sättigung der Integrationsspeicher verhindern kann. Der primäre Integrationsspeicher kann den sekundären Integrationsspeicher umfassen oder identisch mit diesem sein. Die Integration der elektrischen Messgrösse kann unmittelbar anschliessend an den Wandler erfolgen. Alternativ kann die Messgrösse auch zuerst durch einen oder mehrere Messgrössenwandler umgeformt werden. Solche Messgrössenwandler können beispielsweise als Verstärker, Differenzverstärker, Impedanzwandler oder Analog-Digital-Wandler ausgebildet sein. Insbesondere ist z.B. auch die Umformung einer Spannung, einer Ladung oder eines Stroms in eine zeitliche Messgrösse möglich, welche gut und präzise messbar ist. Als Integrationsspeicher können beispielsweise Kapazitäten oder Zählvorrichtungen eingesetzt werden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann eine sekundäre Integrationskapazität auch parallel zur primären Integrationskapazität geschaltet werden. Auf diese Weise kann die Empfindlichkeit der Integrationsvorrichtung beispielsweise in Abhängigkeit des vom Wandler erfassten Fremdlichtanteils verändert werden. Wenn mehrere sekundäre Integrationskapazitäten vorgesehen sind, können durch unterschiedliche Schaltkombinationen entsprechend mehrere Empfindlichkeitsstufen der Integrationsvorrichtung eingestellt werden. Die Speicherkapazität wird so der Lichtmenge angepasst. Das Wandlerelement und die Integrationsvorrichtungen können in CMOS-Technologie gefertigt und auf kleinstem Raum mit sehr kurzen Verbindungswegen auf einem einzigen Chip integriert sein. Die Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störeinflüssen ist deshalb äusserst gering. Ausserdem können mehrere solcher Wandlerelemente mit zugehöriger Elektronik auf einem einzigen Chip in eindimensionalen Linien oder in zweidimensionalen Matrizen angeordnet werden. Mit Rücksetzmitteln, z.B. mit von einer Steuerung kontrollierten elektronischen Schaltern, können die Integrationsspeicher zu beliebigen Zeitpunkten in einen definierten Ausgangszustand versetzt werden. Unabhängig davon kann der Integrationsprozess jeder Integrationsvorrichtung durch Freigabemittel zu beliebigen Zeitpunkten aktiviert und wieder unterbrochen bzw. angehalten werden. Insbesondere kann ein Integrationszyklus in beliebige Teilintervalle zerlegt und die vom Wandlerelement erfasste oder eine davon abgeleitete elektrische Messgrösse während dieser Teilintervalle nach bestimmten Regeln bei unterschiedlichen Integrationsspeichern integriert werden. Die Integrationsspeicher können, wenn sie nicht schon dauerhaft miteinander verschaltet sind, in diesen Teilintervallen temporär zur weiteren Verrechnung miteinander oder mit zusätzlichen Integrationsspeichern verschaltet werden, z.B. um ihre Ladungen zu addieren oder zu subtrahieren.

[0008] Anhand einiger Figuren wird die Erfindung im Folgenden näher beschrieben. Dabei zeigen

- Fig. 1 ein Schaltschema eines Pixels einer Fotodiodenzeile aus dem Stand der Technik,
- Fig. 2 ein Prinzipschema eines Teils einer Messeinrichtung mit einer primären und einer sekundären Integrationsvorrichtung,
- Fig. 3a ein weiteres solches Prinzipschema, wobei die primäre Integrationsvorrichtung die sekundäre Integrationsvorrichtung teilweise umfasst,
- Fig. 3b ein weiteres solches Prinzipschema, wobei die primäre Verarbeitungseinheit die sekundäre Verarbeitungseinheit umfasst,
- Fig. 4 ein Schaltschema eines Pixels bei einer ersten Ausgestaltung der Erfindung,
- Fig. 5a ein Schaltschema einer Integrationsstufe mit Spannungsauslesung,
- Fig. 5b ein Schaltschema mit einer Integrationsstufe mit Ladungsauslesung,
- Fig. 6 ein Diagramm mit einer Darstellung der zeitlichen Entwicklung der Zustände verschiedener Elemente der Vorrichtung.

[0009] In Fig. 1 ist ein Ausschnitt eines Schaltschemas eines Pixels 1 eines CMOS-Zeilensensors aus dem Stand der Technik dargestellt. Das durch einen rechteckigen Rahmen dargestellte Pixel 1 umfasst eine Fotodiode 3a als elektro-optisches Wandlerelement 3 und eine primäre Integrationsvorrichtung 4 (umrahmt von einer unterbrochenen Linie) mit einem Kondensator bzw. einer Integrationskapazität als primärem Integrationsspeicher 5, einem ersten Operationsverstärker (fortan kurz OP genannt) 9a und einer von einer weiteren unterbrochenen Linie eingerahmten primären Verarbeitungseinheit 7 in Gestalt einer Sample-und-Hold-Schaltung (fortan kurz S-H genannt). Die S-H umfasst einen zweiten OP 9b, einen primären Halteschalter 11 zwischen dem Ausgang des ersten OP 9a und dem nicht invertierenden Eingang des zweiten OP 9b und eine primäre Haltekapazität 13 zwischen dem nicht invertierenden Eingang des zweiten OP 9b und der einen Elektrode der primären Integrationskapazität 5. Die andere Elektrode der primären Integrationskapazität 5 ist mit dem nicht invertierenden Eingang des ersten OP 9a verbunden. Parallel dazu ist ein primäres Rücksetzmittel in Gestalt eines primären Reset-Schalters 15 angeordnet. Bei beiden OPs 9a, 9b ist der Ausgang auf den zugehörigen invertierenden Eingang rückgekoppelt. Der Ausgang des zweiten OP 9b ist über einen Übertragungsschalter 17 mit weiteren (nicht dargestellten) elektronischen Elementen innerhalb oder ausserhalb des Pixelbereichs verbindbar. Die Fotodiode 3a ist in Sperrichtung geschaltet. Ihre Anode liegt auf dem Bezugs- bzw. Masse-Potenzial. Ihre Kathode ist über einen primären Schalter 19 bzw. allgemein mittels eines primären Freigabemittels mit dem nicht invertierenden Eingang des ersten OP 9a verbindbar. Die Schalter 11, 15, 17, 19 sind äusserst schnell und verlustarm bzw. verlustlos schaltbare MOSFET-Schalter. Die von den Schaltern 11, 15, 17, 19 wegführenden gepunkteten Linien deuten eine Verbindung zu einer in Fig. 4 symbolisch durch ein Rechteck dargestellten Steuerung 20 an, die auf demselben Chip wie das Pixel 1 integriert sein kann, und mit welcher der Schaltzustand der Schalter 11, 15, 17, 19 veränderbar ist.

[0010] Fig. 2 zeigt ein Prinzipschema eines Teils einer Messeinrichtung mit einer primären Integrationsvorrichtung 4 und einer sekundären Integrationsvorrichtung 22. Ein Objekt 47 wird von einer Nutzlichtquelle 41 – z.B. von einer Leuchtdiode, kurz LED genannt, oder einer Gruppe von LEDs oder einer Laserdiode – und von einer Fremdlichtquelle 43 beleuchtet. Vorzugsweise ist das Wandlerelement 3 bzw. mit einem optischen Filter oder mit anderen Mitteln ausgerüstet, mit denen die spektrale Empfindlichkeit auf das Emissionsspektrum der Nutzlichtquelle 41 abgestimmt wird. Die Fotodiode 3a

erfasst innerhalb eines durch eine gepunktete Linie 45 dargestellten keulenförmigen Erfassungsbereichs eine optische Messgrösse, die durch am Objekt 47 reflektiertes Licht (Pfeil L1) der Nutzlichtquelle 41 oder durch reflektiertes Licht (Pfeil L2) oder direkt eingestrahktes Licht (Pfeil L3) einer oder mehrerer Fremdlichtquellen 43 beeinflusst werden kann. Mit (nicht dargestellten) optischen Elementen, z.B. mit einer Linsenoptik, wird sichergestellt, dass das Licht der Nutzlichtquelle 41 in einen Erfassungsbereich 45 ausgesendet wird und von dort aus nach der Reflexion an einem zu erfassenden Objekt 47 auf das Wandlerelement 3 zurückgeworfen wird.

[0011] Die optische Messgrösse wird durch die Photodiode 3a in eine elektrische Messgrösse umgewandelt und der primären Integrationsvorrichtung 4 (Pfeil E1) und der sekundären Integrationsvorrichtung 22 (Pfeil E2) eingangsseitig zugeleitet. Die primäre Integrationsvorrichtung 4 umfasst den primären Schalter 19, einen primären Messgrössenwandler 20, den primären Integrationsspeicher 5 mit zugeordnetem primärem Rücksetzmittel 15 und die primäre Verarbeitungseinheit 7. Diese Elemente sind in Fig. 2 symbolisch mit rechteckigen Rahmen dargestellt, wobei die Rahmen von optionalen Elementen, die nicht bei jeder Ausgestaltung der Erfindung erforderlich sind, gepunktet dargestellt sind.

In analoger Weise sind auch die Elemente der sekundären Integrationsvorrichtung 22, nämlich ein sekundäres Freigabemittel bzw. ein sekundärer Schalter 21, ein sekundärer Messgrössenwandler 24, ein sekundärer Integrationsspeicher 23 mit einem sekundären Rücksetzmittel 25 und eine sekundäre Verarbeitungseinheit 27 dargestellt. Bei einfachen Ausführungen der Integrationsvorrichtungen 4, 22 können die Messgrössenwandler 20, 24 und/oder die Verarbeitungseinheiten 7, 27 als einfache Leiter ohne besondere Wirkung ausgeführt sein.

Allgemein können die Integrationsspeicher 5, 23 als Kapazitäten, also beispielsweise als Kondensatoren, Leitungs- und/oder Sperrschichtkapazitäten oder alternativ als Zählvorrichtungen ausgebildet sein. Allgemein sind die Integrationsspeicher 5, 23 so ausgebildet, dass sie direkt die elektrische Messgrösse des Wandlerelements 3 oder ein davon abgeleitetes primäres bzw. sekundäres Signal aufsummieren bzw. integrieren bzw. inkrementieren können. Selbstverständlich gilt dies für elektrische Messgrössen mit positivem oder mit negativem Vorzeichen. Die elektrische Messgrösse bzw. das von ihr abgeleitete Signal könnte somit auch subtrahiert, desintegriert bzw. dekrementiert werden. Mit dem Rücksetzmittel 15, 25 kann der Integrationsspeicher 5, 23 in einen definierten Ausgangszustand gebracht werden. So kann beispielsweise ein kapazitiver primärer und/oder sekundärer Integrationsspeicher 5, 23 durch das Schliessen des Reset-Schalters 15, 25 auf einen definierten Referenzspannungswert, der neutral, positiv oder negativ sein kann, aufgeladen oder entladen werden. Anschliessend wird dieser Wert durch den Fotostrom der Fotodiode 3a oder alternativ bei einem fotoresistiven Wandlerelement 3 durch den Entladestrom in positiver oder negativer Richtung verändert.

Die Integrationsspeicher 5, 23 können alternativ z.B. digitale Zählvorrichtungen und die Rücksetzmittel 15, 25 programmierte Anweisungen oder elektrische Steuersignale zum Löschen oder Beschreiben der Integrationsspeicher 5, 23 mit Vorgabewerten sein. Die Messgrössenwandler 20, 24 können z.B. als Analog-Digital-Wandler oder derart ausgebildet sein, dass sie die elektrische Messgrösse des Wandlers 3 in durch Pulsbreiten darstellbare Zeitsignale umwandeln können.

Bei weiteren Ausgestaltungen der Erfindung können der primäre und/oder der sekundäre Messgrössenwandler 20, 24 z.B. als Impedanzwandler oder als Verstärker oder als Differenzverstärker ausgebildet sein.

[0012] Wie in Fig. 3a dargestellt, kann der primäre Messgrössenwandler 20 den sekundären Messgrössenwandler 24 oder Teile davon umfassen. Ebenso kann der sekundäre Messgrössenwandler 24 den primären Messgrössenwandler 20 oder Teile davon umfassen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der gemeinsame Messgrössenwandler 20, 24 als Differenzverstärker ausgebildet ist und der Ausgang dieses Differenzverstärkers einem in analoger Weise gemeinsamen Integrationsspeicher 5, 23 und anschliessend einer ebenfalls gemeinsamen Verarbeitungseinheit 7, 27 zugeführt wird. Bei den Fig. 3a und 3b ist die sekundäre Integrationsvorrichtung 22 durch eine gestrichelte Linie umrandet dargestellt, die die primäre Integrationsvorrichtung 4 durch eine ausgezogene Linie. Die beiden Integrationsvorrichtungen 4, 22 können demnach gewisse Elemente ganz oder teilweise gemeinsam umfassen. Bei einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung, wie sie in Fig. 3b dargestellt ist, kann die primäre Verarbeitungseinheit 7 auch die sekundäre Verarbeitungseinheit 27 ganz oder teilweise umfassen bzw. mit dieser gekoppelt sein. Zusätzlich zur primären Integrationskapazität 5 ist in diesem Fall auch die sekundäre Integrationskapazität 23 mit der primären Verarbeitungseinheit 7 verbunden oder gekoppelt. Die gemeinsame Verarbeitungseinheit 7, 27 ist dabei vorzugsweise so ausgebildet, dass sie die Differenz der Werte an den beiden Integrationskapazitäten 5, 23 bilden und an einem gemeinsamen Summen-Ausgang und/oder einem gemeinsamen Differenz-Ausgang ausgeben oder weiterverarbeiten kann. Die Verarbeitungseinheiten 7, 27 können beispielsweise Impedanzwandler, Komparatoren, Verstärker und Differenzverstärker umfassen.

[0013] Fig. 4 zeigt ein mögliches Schaltschema eines Pixels 1. Der obere Teil des Schemas entspricht jenem aus Fig. 1. Zusätzlich ist die Fotodiode 3a über eine Schaltvorrichtung oder einen sekundären Schalter 21 mit dem sekundären Integrationsspeicher 23 verbindbar. In Analogie zu Reset- und Auswertvorrichtung in Fig. 1 ist der sekundäre Integrationsspeicher 23 über den sekundären Resetschalter 25 entladbar und mit der sekundären Verarbeitungseinheit 27 (in Fig. 4 durch unterbrochene Linie umrandet) verbunden. Diese umfasst eine S-H mit zwei OPs 29a, 29b, einen sekundären Halteschalter 31, eine sekundäre Haltekapazität 33 und einen sekundären Übertragungsschalter 37.

[0014] Die Fig. 5a und 5b zeigen beispielhaft zwei Ausschnitte aus Schaltungsanordnungen mit einem kapazitiven Integrationsspeicher 5, wobei bei Fig. 5a eine Spannungsabnahme und bei Fig. 5b eine Ladungsabnahme des Integrationsspeichers 5 möglich ist.

Vorzugsweise ist der primäre Integrationsspeicher 5, wenn er als Kapazität ausgebildet ist, über den primären Schalter 19 mit dem Wandlerelement 3 verbindbar. Alternativ kann er auch ohne primären Schalter 19 direkt mit dem Wandlerelement

3 verbunden sein. Die Verbindung zwischen einem als Kapazität ausgebildeten sekundären Integrationspeicher 23 und dem Wandlerelement 3 hingegen ist in jedem Fall durch eine Schaltvorrichtung unterbrechbar.

Die Werte der primären Integrationskapazität 5 und der sekundären Integrationskapazität 23 sind bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung etwa gleich gross. Der primäre Schalter 19 und der sekundäre Schalter 21 können als Umschalter ausgebildet sein bzw. die Wirkung eines Umschalters haben, sodass abwechselungsweise immer nur eine der beiden Integrationskapazitäten 5 und 23 mit dem Wandlerelement 3 verbunden sein kann. Vorzugsweise sind der primäre Schalter 19 und der sekundäre Schalter 21 unabhängig voneinander ansteuerbar, sodass die Dauer und die Schaltzeitpunkte der Verbindungsintervalle jeder der Integrationskapazitäten 5, 23 unabhängig voneinander beliebig von der Steuerung 40 (Fig. 4) vorgegeben werden können. Insbesondere können bei dieser Variante die beiden Integrationskapazitäten 5, 23 auch gleichzeitig mit dem Wandlerelement 3 verbunden werden. Die sekundäre Integrationskapazität 23 kann beispielsweise einen Wert im Bereich von einem Hundertstel bis zum Hundertfachen des Wertes der primären Integrationskapazität 5 aufweisen. In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung sind die Integrationskapazitäten 5, 23 etwa gleich gross. Bei einer weiteren Ausgestaltung ist der Wert der sekundären Integrationskapazität 23 wesentlich kleiner als jener der primären Integrationskapazität 5. Die Empfindlichkeit der Messeinrichtung bzw. der Vorrichtung kann somit entsprechend den jeweiligen Einsatzbedingungen verändert oder angepasst werden, indem nur die eine oder nur die andere oder beide Integrationskapazitäten 5, 23 gleichzeitig mit dem Wandlerelement 3 verbunden werden. Falls mehrere Wandlerelemente 3 ausgebildet sind, kann die Steuerung 40 die Empfindlichkeiten der einzelnen Wandlerelemente 3 unabhängig voneinander auf die gewünschten oder erforderlichen Werte setzen. Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können mehrere sekundäre Integrationspeicher 23 ausgebildet sein, welche je über einen sekundären Schalter 21 mit dem Wandlerelement 3 verbunden werden können.

Falls das Wandlerelement 3 eine Fotodiode 3a ist, kann die primäre Integrationskapazität 5 die Eigenkapazität der Fotodiode 3a mit umfassen oder ausschliesslich durch diese Eigenkapazität gebildet sein.

Alternativ zu Fotodioden 3a, welche unter Lichteinfluss Ladungsträger bzw. Fotoströme bzw. elektrische Spannungen erzeugen oder verändern, können beispielsweise auch Fotowiderstände als Wandlerelemente 3 eingesetzt sein. Anstelle eines einzelnen Pixels 1 können mehrere Pixel 1 ein- oder zweidimensional angeordnet sein, z.B. als CCD- oder CMOS-Zeilen oder Matrizen. Vorzugsweise sind die Wandlerelemente 3 und die Integrationsvorrichtungen 4, 22 auf einem einzigen Chip in CMOS-Technologie gefertigt. Dadurch kann der Einfluss äusserer und innerer Störungen weitgehend minimiert werden. Ausserdem können die Wandlerelemente 3 optische Filter umfassen, welche deren Empfindlichkeit hauptsächlich auf gewisse Spektralbereiche begrenzen.

[0015] Nachfolgend wird die Wirkungsweise einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung mit einer Sensorlichtquelle 41 und einem Pixel 1 gemäss Fig. 4 beispielhaft erläutert. Fig. 6 zeigt ein Diagramm mit der zeitlichen Entwicklung von fünf mit a bis e markierten Grössen. In horizontaler Richtung ist die fortschreitende Zeit t ohne absolute Massangabe linear dargestellt. Folgende digitale Funktionen sind eingetragen:

- (a) Blitzfrequenz f_1 bzw. Ansteuerung der Sensorlichtquelle 41
- (b) Taktfrequenz f_2 der Messzyklen
- (c) Ansteuersignal für den primären Schalter 19
- (d) Ansteuersignal für den sekundären Schalter 21
- (e) Ansteuersignal für die Resetschalter 15, 25

[0016] Die Sensorlichtquelle 41 (Fig. 2) emittiert mit einer Blitzfrequenz f_1 von beispielsweise 10 kHz und mit einem Puls-Pausen-Verhältnis von 50% kontinuierlich Lichtimpulse, die am Messobjekt 47 reflektiert werden und zusätzlich zum Fremdlichtanteil weiterer Lichtquellen 43 auf das Wandlerelement 3 des Pixels 1 auftreffen. Selbstverständlich kann die Blitzfrequenz f_1 auch grösser oder kleiner sein, z.B. 50 kHz, 100 kHz oder 5 kHz. Ebenso kann das Puls-Pausen-Verhältnis der Lichtblitze andere Werte im Bereich von etwa 1% bis 99% annehmen. Vorzugsweise liegt der Wert im Bereich von etwa 10%, sodass die Sensorlichtquelle 41 kurze und intensive Lichtblitze emittiert, die von langen Pausen gefolgt sind. Mit einer Taktfrequenz f_2 , die vorzugsweise ein ganzzahliger Bruchteil der Blitzfrequenz f_1 ist und beispielsweise 1 kHz beträgt, reihen sich einzelne Messintervalle aneinander. Die ansteigenden Flanken markieren den Beginn jedes Messintervalls und sind mit den ansteigenden Flanken der Blitzfrequenz f_1 synchronisiert. Alternativ könnten die Messintervalle auch geringfügig verzögert werden, um die Laufzeit des Lichtes von der Sensorlichtquelle 41 bis zum Auftreffen auf das Wandlerelement 3 zu kompensieren. Dies gilt auch für die in Fig. 5 mit (c), (d) und (e) markierten Funktionen. Entsprechend der Funktion (e) werden vor Beginn jedes Messintervalls die Integrationskapazitäten 5 und 23 durch kurzzeitiges Schliessen und wieder Öffnen der Resetschalter 15 und 25 entladen und so in einen definierten Ausgangszustand versetzt. Im Ausgangszustand sind die Halteschalter 11 und 31 geschlossen, sodass sich die beiden S-H im Sample- bzw. Abtastmodus befinden. Die Übertragungsschalter 17, 37 sind offen. Sie können die Ausgänge der beiden S-H mit den beiden Eingängen eines (nicht dargestellten) Differenzverstärkers verbinden. Im Rhythmus der steigenden und fallenden Flanken des Blitztaktes f_1 werden durch abwechselungswises Öffnen und Schliessen des primären Schalters 19 (Funktion c) und des sekundären Schalters 21 (Funktion d) alternierend die primäre Integrationskapazität 5 und die sekundäre Integrationskapazität 23 mit dem Wandlerelement 3 verbunden.

onskapazität 23 mit dem Wandlerelement 3 verbunden. Die primäre Integrationskapazität 5 wird somit mit einem primären Signal aufgeladen, das dem intervallartig unterbrochenen Fotostrom entspricht, welcher durch das auf den Wandler 3 auftreffende Summenlicht der Nutzlichtquelle 41 und der Fremdlichtquelle 43 generiert wird. Die sekundäre Integrationskapazität 23 hingegen wird durch ein sekundäres Signal aufgeladen, welches dem Fotostrom entspricht, der nur aus dem Fremdlichtanteil der Fremdlichtquelle 43 resultiert. Alternativ könnten die Integrationskapazitäten 5 und 23 auch vertauscht sein, sodass der Fotostrom für die primäre Integrationskapazität 5 keinen Sensorlichtanteil beinhaltet. Selbstverständlich kann das Offen-Geschlossen-Verhältnis bei der Ansteuerung des primären Schalters 19 bzw. des sekundären Schalters 21 in der Weise angepasst werden, dass ein Fotostromanteil, der durch die Nutzlichtquelle 41 bewirkt wird, nur die primäre Integrationskapazität 5, nicht aber die sekundäre Integrationskapazität 23 aufladen kann. Dabei können z.B. die Laufzeit des Lichts, Schaltverzögerung der Schaltelemente und das Puls-Pausenverhältnis bei der Ansteuerung der Nutzlichtquelle 41 berücksichtigt werden. Falls die Integrationszeiten und somit auch der Einfluss des Fremdlichtanteils für die beiden Integrationskapazitäten 5 und 23 unterschiedlich sind, kann dies bei der weiteren Verarbeitung der Messgrößen an den Integrationskapazitäten 5 und 23 auf unterschiedliche Art kompensiert werden, z.B. durch unterschiedliche Werte der beiden Integrationskapazitäten 5 und 23 und/oder durch unterschiedliche Verstärkung oder Dämpfung oder Gewichtung der beiden Messgrößen.

Vor oder bei Beginn des letzten Lichtpulses innerhalb jedes Messintervalls werden die Halteschalter 11, 31 der S-H geöffnet und die Übertragungsschalter 17, 31 geschlossen. Die integrierten Spannungswerte an den Haltekapazitäten 13, 33 können, soweit dies erforderlich ist, durch eine (nicht dargestellte) Verstärkervorrichtung unterschiedlich gewichtet werden. Im Anschluss ermittelt ein (nicht dargestellter) Differenzverstärker durch Subtraktion des Fremdlichtanteils vom Summenlichtwert den vom Wandlerelement 3 erfassten Sensorlichtanteil. Durch die mit hoher Taktrate f_1 alternierende Aufladung der Integrationskapazitäten 5, 23 innerhalb jedes der Messzyklen können selbst kurzzeitige Schwankungen oder Änderungen des Fremdlicht-Fotostromanteils gleichmässig auf die Integrationskapazitäten 5, 23 verteilt und anschliessend eliminiert werden.

Bei Beginn des letzten Lichtpulses innerhalb jedes Messintervalls werden die Resetschalter 15, 25 für die Dauer eines ganzen Lichtpulstakts $1/f_1$ geschlossen und anschliessend bei Beginn des nachfolgenden Messintervalls wieder geöffnet (Funktion e). Während dieser Reset-Periode können auch der primäre Schalter 19 und der sekundäre Schalter 21 geschlossen sein, sodass während dieser Zeit vom Wandlerelement 3 generierte Ladungen abgeführt werden können. Anschliessend folgen in analoger Weise weitere Messzyklen.

Bei einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung, wie sie in Fig. 3a schematisch dargestellt ist, kann die primäre Integrationskapazität 19 derart mit der sekundären Integrationskapazität 21 gekoppelt oder identisch mit dieser sein, dass eine Integration des um den Fremdlichtanteil bereinigten Summenlichtwertes möglich ist. Selbstverständlich schliesst die Erfindung auch weitere Ausgestaltungen ein. So können beispielsweise die primäre Integrationskapazität 19 und die sekundäre Integrationskapazität 21 positiv und negativ bzw. mit unterschiedlichem Vorzeichen aufgeladen und periodisch über Schaltmittel kurzzeitig miteinander verbunden werden. Die verbleibende Ladungsdifferenz kann in einem anschliessenden Teilintervall bei einer weiteren, nachgeschalteten Integrationskapazität integriert werden (keine Darstellung).

Die Kontrolle der Nutzlichtquelle 41 kann beispielsweise durch die Steuerung 40 erfolgen, welche auch den primären Schalter 19 und den sekundären Schalter 21 kontrolliert. Die Steuerung 40 koordiniert und synchronisiert in diesem Fall die Nutzlichtquelle 41 und die Schalter 19, 21 der erfindungsgemässen Vorrichtung. Falls die Nutzlichtquelle 41 von einer unabhängigen Nutzlichtsteuerung (keine Darstellung) kontrolliert wird, umfasst die Steuerung 40 Mittel, mit denen die Schalter und das modulierte Nutzlichtsignal synchronisierbar sind. Solche Mittel sind beispielsweise eine elektrische Verbindung zwischen der Nutzlichtsteuerung und der Steuerung 40 oder eine optische Erfassungseinheit, welche die Nutzlichtpulse unabhängig vom Wandlerelement 3 erfasst und in Steuersignale zur Steuerung der Vorrichtung umwandelt.

Patentansprüche

1. Messeinrichtung umfassend eine Nutzlichtquelle (41) zum Aussenden eines Nutzlichtsignals mit modulierter Intensität und mindestens ein Wandlerelement (3) zum Umwandeln einer durch das Nutzlichtsignal und durch Fremdlicht beeinflussbaren optischen Messgrösse in eine elektrische Messgrösse, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Minimierung der Fremdlichteinflüsse mit einer primären Integrationsvorrichtung (4) und einer sekundären Integrationsvorrichtung (22), wobei die primäre Integrationsvorrichtung (4) schaltbar mit dem Wandlerelement (3) verbunden ist und einen primären Integrationsspeicher (5) zum Integrieren eines aus der elektrischen Messgrösse ableitbaren primären Signals, ein primäres Rücksetzmittel (15) zum Rücksetzen des primären Integrationsspeichers (5) in einen Ausgangszustand und anschliessend an den primären Integrationsspeicher (5) eine primäre Verarbeitungseinheit (7) umfasst, und wobei die sekundäre Integrationsvorrichtung (22) ein sekundäres Freigabemittel (21) zur Freigabe und Sperrung der Integration eines aus der elektrischen Messgrösse ableitbaren sekundären Signals umfasst.
2. Messeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Integrationsvorrichtung (4) ein primäres Freigabemittel (19) zur Freigabe und Sperrung der Integration des primären Signals und/oder einen primären Messgrössenwandler (20) umfasst.
3. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die sekundäre Integrationsvorrichtung (22) einen sekundären Integrationsspeicher (23) zum Integrieren des sekundären Signals und ein sekundäres Rücksetzmittel (25) für diesen sekundären Integrationsspeicher (23) umfasst.

4. Messeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der sekundäre Integrationsspeicher (23) identisch ist mit dem primären Integrationsspeicher (5) bzw. von diesem umfasst wird, und dass das sekundäre Rücksetzmittel (25) identisch ist mit dem primären Rücksetzmittel (15) bzw. von diesem umfasst wird.
5. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der primäre Integrationsspeicher (5) und/oder der sekundäre Integrationsspeicher (23) eine Kapazität oder eine Zählvorrichtung umfassen.
6. Messeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Freigabemittel (19, 21) und/oder die Rücksetzmittel (15, 25) elektronische Schalter oder elektronische Steuersignale oder Steueranweisungen sind.
7. Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die primäre Integrationsvorrichtung (4) und die sekundäre Integrationsvorrichtung (22) in der Weise miteinander gekoppelt sind, dass sie einen gemeinsamen Summen-Ausgang und/oder einen gemeinsamen Differenz-Ausgang umfassen.
8. Vorrichtung zur Minimierung von Fremdlicheinflüssen bei einer Messeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Pixel (1) mit Wandlerelementen (3) und Integrationsvorrichtungen (4, 22) zeilen- oder matrixartig auf einem gemeinsamen Chip angeordnet sind.
9. Verfahren zur Minimierung von Fremdlicheinflüssen bei einer Messeinrichtung gemäss Patentanspruch 1, wobei die Nutzlichtquelle (41) ein moduliertes Nutzlichtsignal aussendet und das Wandlerelement (3) eine durch das Nutzlichtsignal und durch Fremdlicht beeinflusste optische Messgrösse in eine elektrische Messgrösse umwandelt, und wobei ein von der elektrischen Messgrösse ableitbares primäres Signal durch die primäre Integrationsvorrichtung (4) integriert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das sekundäre Freigabemittel (21) die Integration eines von der elektrischen Messgrösse ableitbaren sekundären Signals durch die sekundäre Integrationsvorrichtung (22) freigibt und sperrt.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass ein primäres Freigabemittel (19) die Integration eines von der elektrischen Messgrösse ableitbaren primären Signals durch die primäre Integrationsvorrichtung (4) freigibt und sperrt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Integrationsprozess bei der primären Integrationsvorrichtung (4) und/oder der sekundären Integrationsvorrichtung (22) durch die zugehörigen Freigabemittel (19, 21) mehrmals unterbrochen und wieder freigegeben wird.
12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die Modulation des Nutzlichts durch taktweises Ein- und Ausschalten der Nutzlichtquelle (41) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass die Freigabe und Sperrung der primären Integrationsvorrichtung (4) und der sekundären Integrationsvorrichtung (22) alternierend im Rhythmus des getakteten Nutzlichtsignals in der Weise erfolgt, dass das primäre Signal nur jene Intervalle umfasst, in denen die optische Messgrösse einen Nutzlichtanteil hat, und das sekundäre Signal nur jene Intervalle, in denen die optische Messgrösse keinen Nutzlichtanteil hat.

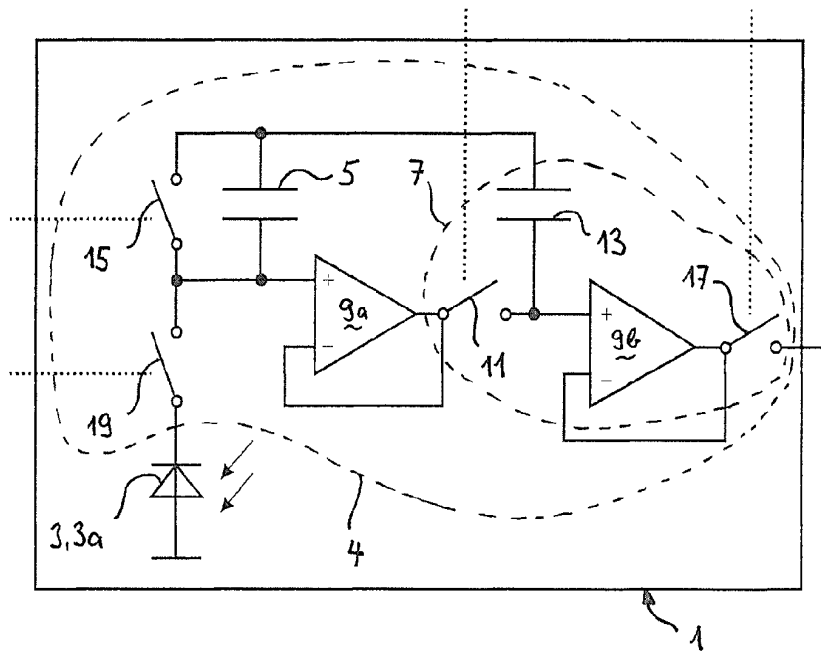


Fig. 1

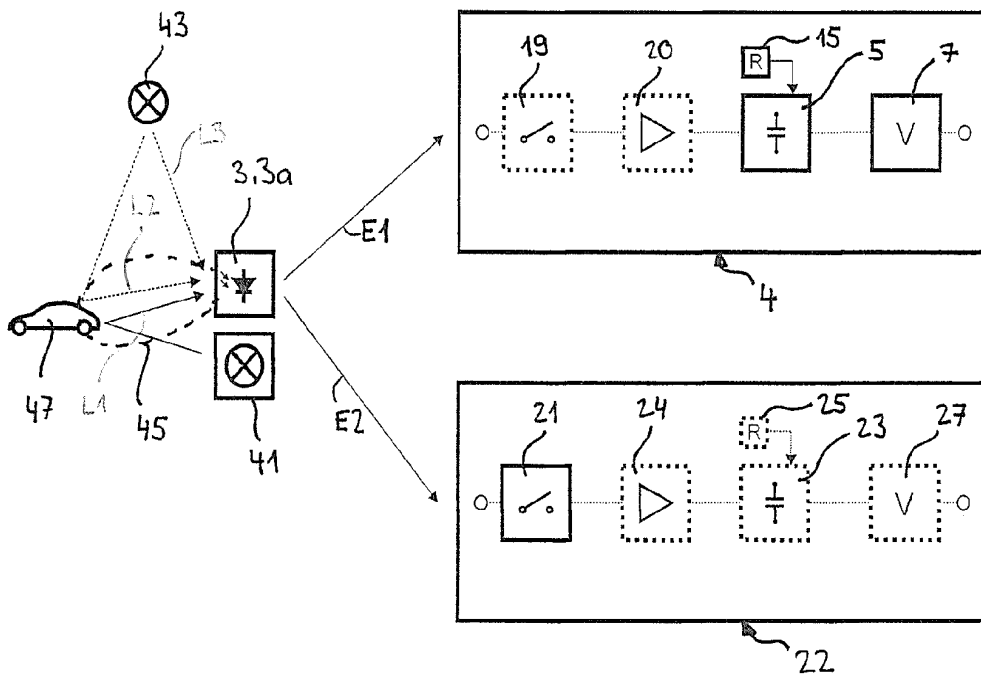


Fig. 2

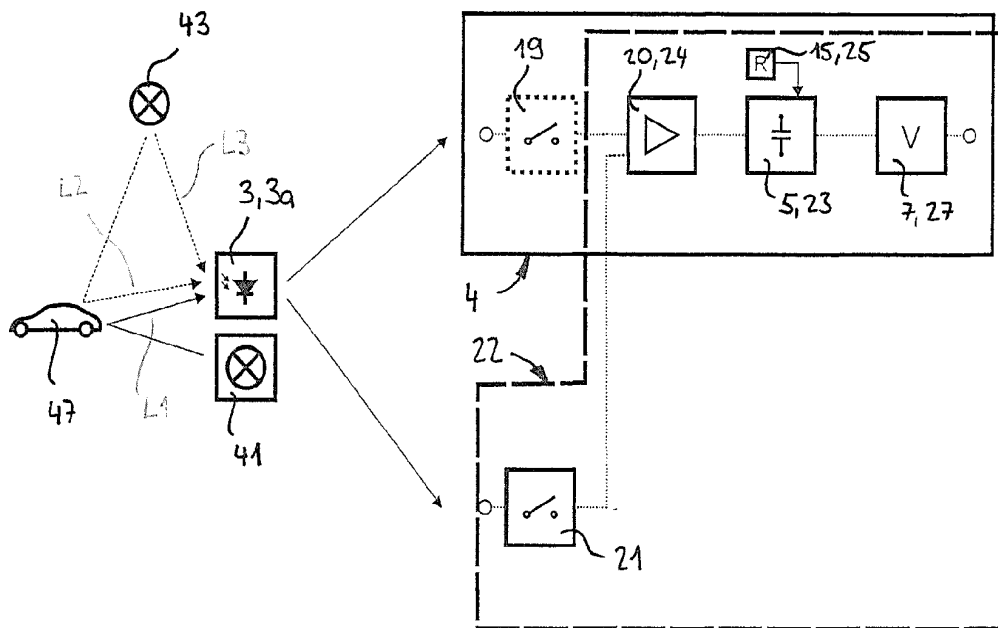


Fig. 3a

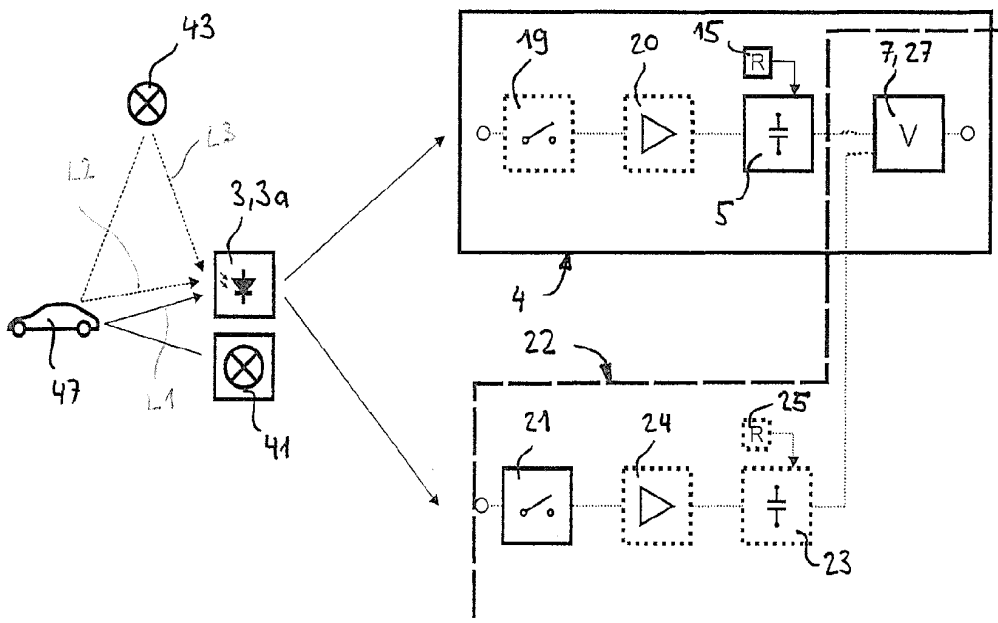


Fig. 3b

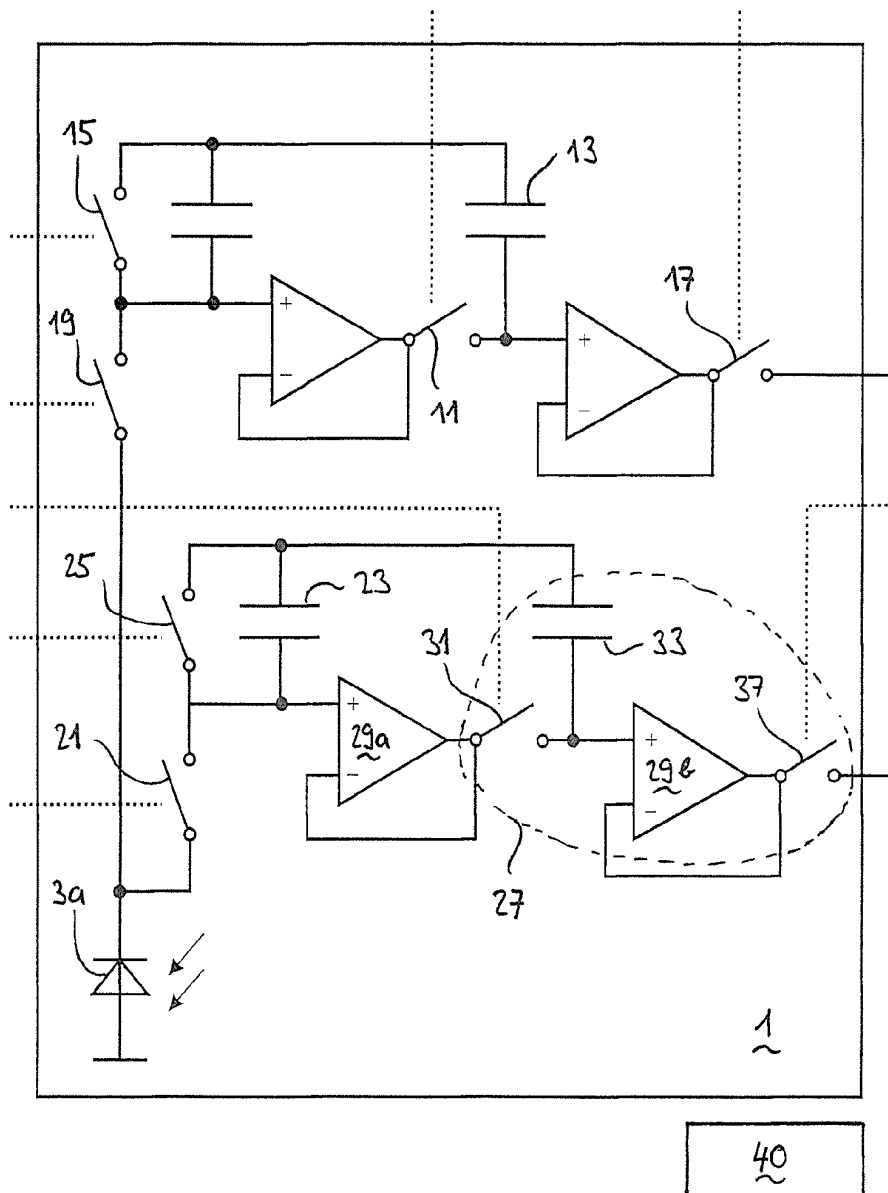


Fig. 4

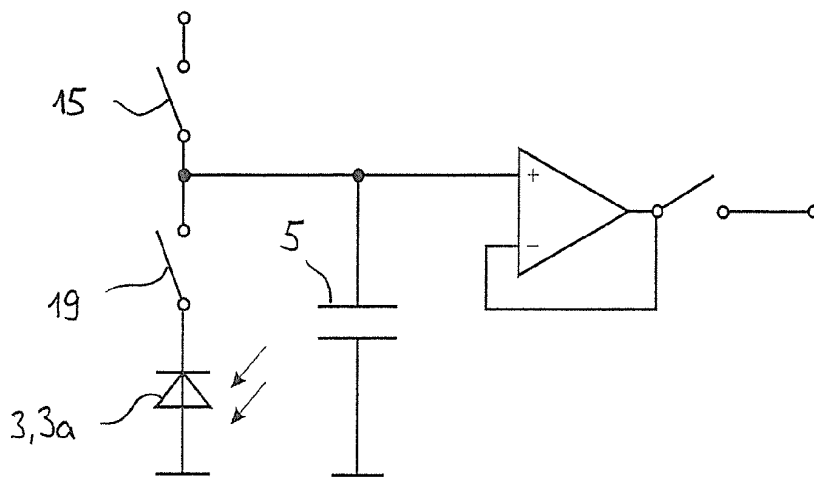


Fig. 5a

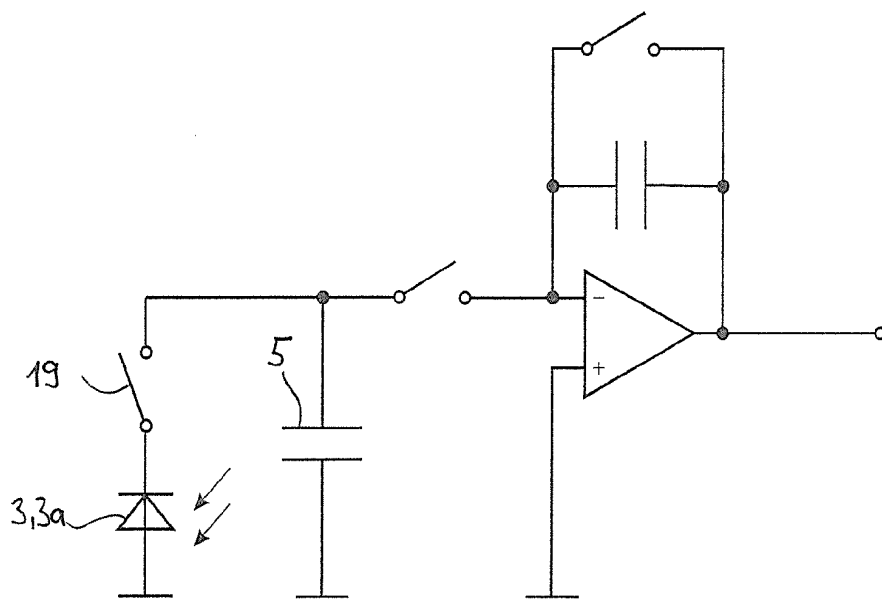


Fig. 5b

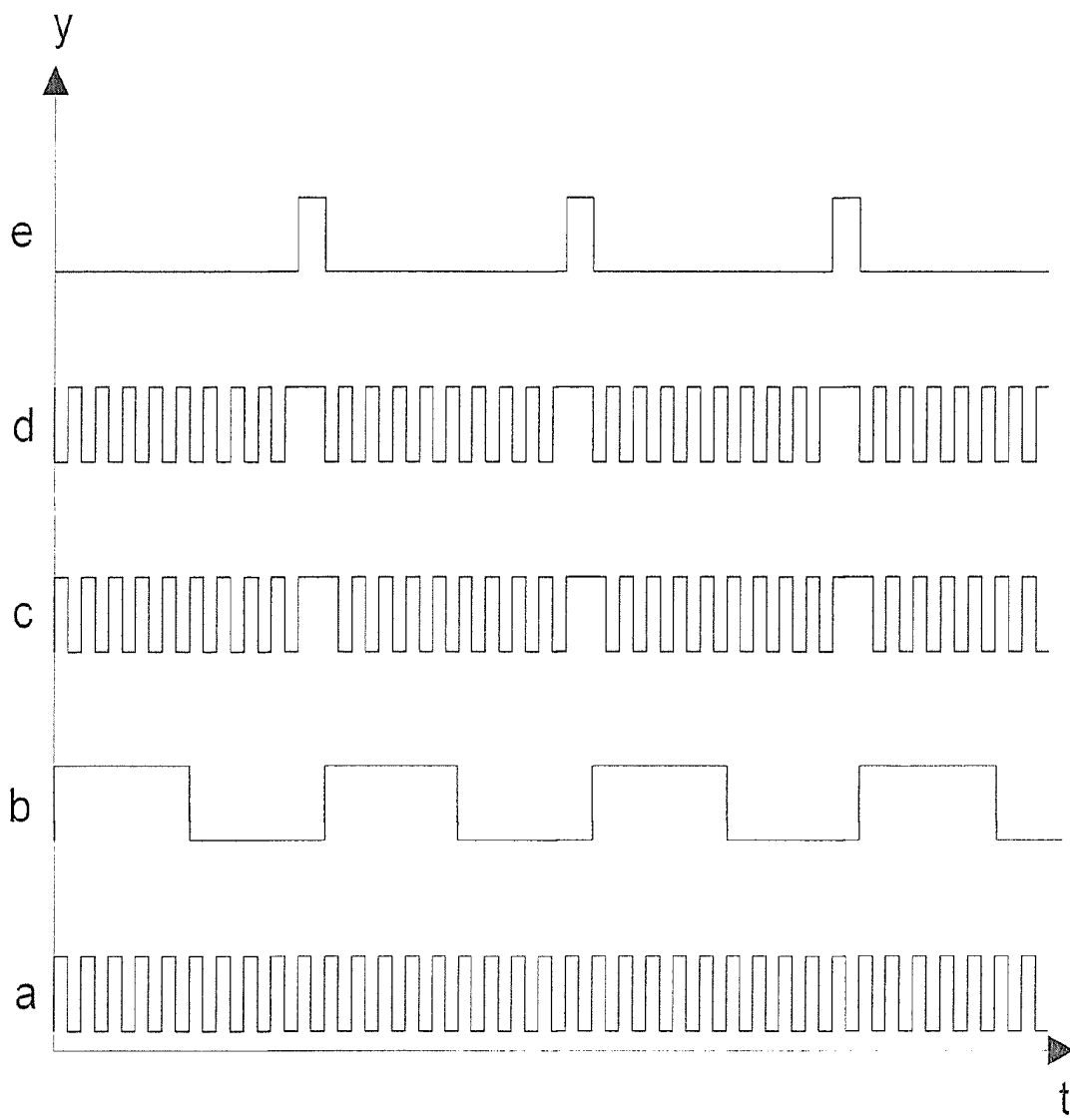


Fig. 6