

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. September 2001 (07.09.2001)

PCT

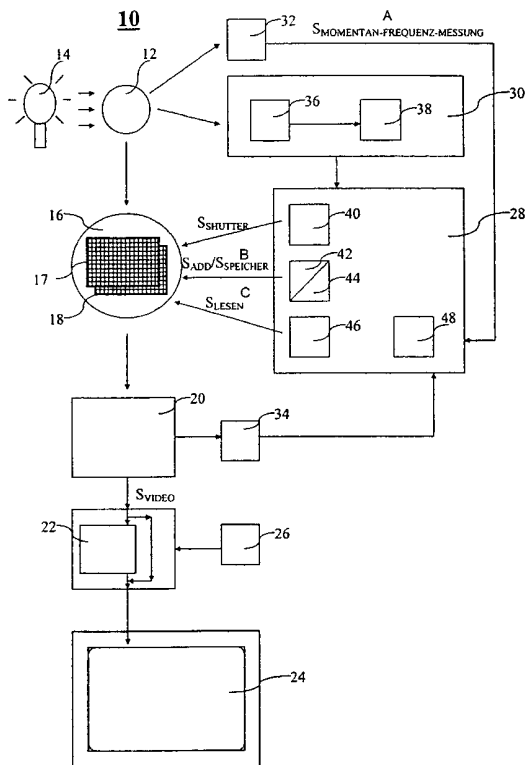
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/64096 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **A61B 1/267** (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **XION GMBH** [DE/DE]; Pankstrasse 8 - 10, 13127 Berlin (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/02477
- (22) Internationales Anmeldedatum:
5. März 2001 (05.03.2001) (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **KLEMM, Holger** [DE/DE]; Gladiolenweg 25, 14772 Brandenburg (DE). **GINTER, Klaus** [DE/DE]; Heinersdorfer Strasse 14, 16540 Hohen Neuendorf (DE). **TIETZE, Reinhard** [DE/DE]; Jägerstrasse 10, 16540 Hohen Neuendorf (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 09 981.5 3. März 2000 (03.03.2000) DE (74) **Anwalt: STOFFREGEN, Hans-Herbert**; Friedrich-Ebert-Anlage 11b, 63450 Hanau (DE).
100 17 162.1 7. April 2000 (07.04.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE STROBOSCOPIC RECORDING AND REPRODUCTION OF REPETITIVE PROCESSES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR STROBOSKOPISCHEN AUFZEICHNUNG UND WIEDERGABE VON SICH WIEDERHOLENDEN VORGÄNGEN



A...SINSTANTANEOUS FREQUENCY MEASUREMENT
B...SMEMORY
C...SREAD

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device for the stroboscopic recording and reproduction of images of a repetitive process (12), especially of moving vocal chords (larynx diagnostics). The aim of the invention is to improve image quality, especially the brightness and definition of the images while requiring little lighting equipment. According to the inventive method, the process (12) to be observed is illuminated with a steady light source (14). Trigger pulses $S_{Trigger}$ are generated to trigger exposures to record the image information of the process (12) by an image sensor (16). The image information from a plurality of subsequent exposures is added in a background memory of the image sensor (16) to produce image information sums. The image information sums thus obtained are stored in the background memory (18) of the image sensor (16) and the background memory (18) is read and deleted, and the image information sums are processed to give a video signal.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren sowie auf eine Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von Bildern eines sich wiederholenden Vorgangs (12), insbesondere sich bewegender Stimmlippen (La-rynx-Diagnostik). Zur Verbesserung der Bildqualität, insbesondere deren Helligkeit und Schärfe bei gleichzeitig geringem Beleuchtungsaufwand ist vorgesehen: Beleuchten des zu beobachtenden Vorgangs (12) mit einer Dauerlichtquelle (14), Erzeugen von Triggerimpulsen $S_{Trigger}$ zur Auslösung von Belichtungen zur Aufzeichnung von Bildinformationen des Vorgangs (12) mit einem Bild-sensor (16), Addieren der Bildinformationen aus mehreren aufeinanderfolgenden Belichtungen in einem Hintergrundspeicher des Bildsensors (16) zur Bildung von Bildinformationssummen, Speichern der so erhaltenen Bildinformationssummen in den Hintergrundspeicher (18) des Bildsensors (16), Auslesen und Löschen des Hintergrundspeichers

(18) und Verarbeitung der Bildinformationssummen zu einem Videosignal.



WO 01/64096 A2



(81) **Bestimmungsstaaten** (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Rechenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von sich wiederholenden Vorgängen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe eines sich wiederholenden Vorganges, insbesondere sich bewegender Stimmlippen (Larynx-Diagnostik). Auch nimmt die Erfindung Bezug auf eine Vorrichtung für die stroboskopische Aufzeichnung und Wiedergabe von Bildern eines sich wiederholenden Vorgangs, insbesondere sich bewegender Stimmlippen (Larynx-Diagnostik).

Stroboskopische Aufzeichnungen von sich periodisch oder auch nicht periodisch wiederholenden Vorgängen können zum Beispiel dazu genutzt werden, die Vorgänge selbst zu analysieren oder den Vorgängen überlagerte, langsamere Ereignisse zu beobachten. Hierzu werden synchron zu den zu beobachtenden Vorgängen Aufnahmen gemacht mit dem Effekt, dass das sich bewegende Objekt immer in der gleichen Phasenlage der Bewegung aufgenommen wird und demzufolge unbeweglich erscheint. Annähernd periodische Vorgänge können zudem mit stark verlangsamer Bewegung beobachtet werden, wenn die Aufnahmen mit einer gegenüber der Momentanfrequenz des Vorganges leicht verschobenen Frequenz gemacht werden.

Zur Untersuchung sich periodisch oder auch nicht periodisch wiederholender Vorgänge mit Hilfe des stroboskopischen Effektes sind zur Zeit zwei verschiedene Technologien bekannt und realisiert.

Dabei handelt es sich einerseits um die Erzeugung von Lichtblitzen, die das zu beobachtende Objekt synchron zu seiner Bewegung für sehr kurze Zeit beleuchten und andererseits um die Unterbrechung des Licht-Strahlenganges einer Dauerlichtquelle mit Hilfe eines so genannten Shutters, der den Lichtweg zwischen Dauerlichtquelle und

beobachtetem Objekt oder zwischen dem beobachteten Objekt und dem Beobachter synchron zur Bewegung des zu beobachtenden Objektes unterbricht.

Da die vorliegende Erfindung insbesondere, aber nicht ausschließlich auf die Verwendung für die Larynx-Diagnostik abzielt, beruhen auch die folgenden Erläuterungen zum großen Teil auf Beispielen aus diesem Gebiet. Mit Larynx-Diagnostik ist hier die Untersuchung der Stimmlippen bzw. Stimmbänder eines Patienten gemeint. Dazu gehört insbesondere die Analyse der bewegten Stimmlippen mit Hilfe des stroboskopischen Effektes.

Bei heutigen Blitzlicht-Stroboskopen lassen sich die Lichtblitze in Abhängigkeit von der Stimme des Patienten auslösen. Zu diesem Zweck wird ein Mikrofon in der Nähe des Patienten, meist in der Nähe des Kehlkopfes, angeordnet. Eine herkömmliche Kamera, üblicherweise eine CCD-Kamera, nimmt dabei unabhängig von der Stimme die bewegten Stimmbänder auf.

Mit Hilfe einer Schaltung werden Lichtblitze so ausgelöst, daß die bewegten Stimmlippen immer nur dann beleuchtet werden, wenn die Stimmlippen einen bestimmten Öffnungszustand (eine bestimmte Phase) erreicht haben. Zur Darstellung unbeweglicher Stimmlippen wird immer beim gleichen Öffnungszustand geblitzt. Für eine stark verlangsamte Bewegung wird die Phase der Lichtblitze mit jeder Stimm-Grundfrequenzperiode minimal verschoben.

Da die Lichtblitze heutiger Blitzlichtstroboskope nur durch bestimmte Phasenzustände der Stimm-Grundwelle ausgelöst werden, ist die Beleuchtung bei nicht annähernd periodisch intonierten Tönen oder ohne Stimmintonation sehr flackernd oder nicht möglich. Aus diesem Grunde besitzen herkömmliche Blitzlichtstroboskope neben der Blitzlichtlampe für die Vibrationsanalyse eine zusätzliche Dauerlichtlampe, die der stimmunabhängigen Beleuchtung dient. Die Verwendung dieser beiden Lampen ergibt folgendes Problem für die Diagnose der Stimmlippen:

Die Blitzlichtlampe ist vom XENON-Typ für unterbrochenes kaltes Licht hoher Leistung, während die Dauerlichtlampe ununterbrochenes Licht geringerer Leistung liefert.

Meistens ist die Dauerlichtlampe vom HALOGEN-Typ, manchmal vom XENON-Typ (anders als Blitzlicht-XENON). Aufgrund dieser unterschiedlichen Technologien beleuchten beide Lampen die Stimmlippen mit Licht unterschiedlicher Farbtemperatur. Die dadurch entstehenden unterschiedlichen Bilder der Stimmbänder sind eine Quelle für Probleme bei der Diagnose.

Zur teilweisen Kompensation dieser Farbtemperaturprobleme werden in der Praxis bereits elektronische Kompensationsschaltungen eingesetzt, die den Kostenaufwand weiter erhöhen. Außerdem kommen Farbfilter vor den Lampen zum Einsatz, die die Farbtemperaturen angleichen sollen. Die Umschaltvorgänge zwischen Blitzlicht und Dauerlicht beim Einsetzen oder Aussetzen der Stimme führen jedoch prinzipiell zu erheblichem und störendem Flackern des Videobildes. Da die bei CCD-Kameras übliche Helligkeitsregelung nicht das Blitzlicht beeinflussen und deshalb in Schwingungen geraten kann, wird diese auch beim Einschalten des Blitzlichtes abgeschaltet, was zu zusätzlichen Überblendungen des Bildes führen kann. Die Untersuchung gerade von Patienten, die nur sehr kurz intonieren können, wird durch diese Bildstörungen behindert und stellt auch für den untersuchenden Arzt eine Belastung dar.

Blitzlichtlampen haben außerdem gegenüber Dauerlichtlampen nur einen Bruchteil der Lebensdauer und verursachen gegenüber heutigen Halogen-Dauerlichtlampen mehr als das Zehnfache der Kosten.

Ein weiterer Nachteil ist die nicht exakt vorhersagbare Länge der einzelnen Blitze. Dadurch entstehen auch bei periodischen Vorgängen grundsätzlich zumindest leicht flackernde Bilder.

Zur Vermeidung der Nachteile der Blitzlichtstroboskopie, Farbverfälschungen, erhöhter Aufwand, Flackern sind beispielsweise aus DE 43 09 353 C2 oder EP 0 865 759 A1 Vorrichtungen bekannt, die den stroboskopischen Effekt mit dauerhafter Beleuchtung aber durch Ansteuerung eines elektronischen Verschlusses (Shutter) einer Videokamera erzeugen in Abhängigkeit von der Grundfrequenz des zu beobachtenden sich annähernd periodisch bewegenden Objektes. Für die Durchführung der Larynx-Diagnostik wird

ebenfalls ein Mikrofon in der Nähe des Patienten, meist in der Nähe des Kehlkopfes, angeordnet. Zur Beobachtung anderer sich periodisch oder nicht periodisch wiederholender Vorgänge sind auch andere Sensoren denkbar, die zur Grundwelle synchrone elektrische Ausgangssignale liefern.

Heutige Videokameras liefern ein in Bilder und/oder Halbbilder unterteiltes, sequentielles Videosignal mit im kontinuierlichen Betrieb der Videokamera fester Bild- bzw. Halbbildfrequenz. Im Folgenden wird zwischen Bildern und Halbbildern nicht unterschieden, da diese Differenzierung für die vorliegende Erfindung nicht von Bedeutung ist. An Stelle dieser beiden Begriffe wird im Folgenden die Bezeichnung Bildperiode verwendet, womit die Zeit zwischen dem Beginn eines Vertikal-Synchronsignals und dem darauf folgenden Vertikal-Synchronsignal der verwendeten Videonorm gemeint ist. Der Begriff Bild bezeichnet im Folgenden die Bildinformationen, die beim Auslesen des Bildsensors am Ausgang des Bildsensors anliegen.

Bildsensoren in Videokameras weisen eine Vielzahl von Bildsegmenten auf, die während einer Belichtungszeit die einfallende Lichtintensität aufintegrieren. Am Ende einer Belichtungszeit übergeben die Bildsegmente die Informationen über die aufintegrierten Lichtintensitäten parallel an einen Zwischenspeicher, der im Folgenden als Hintergrundspeicher bezeichnet wird. Bis die nächsten Lichtintensitäten von den Bildsegmenten an den Zwischenspeicher übergeben werden, wird dieser ausgelesen und das Videosignal erzeugt. Die Belichtungszeit der Bildsegmente ist bei herkömmlichen Kameras mit der Bildfrequenz der Kamera synchronisiert. Das Ende der Belichtungszeit, die maximal die Dauer einer Bildperiode hat, fällt dabei mit dem Ende der jeweiligen Bildperiode T_v sowohl der Bildsegmente als auch des Hintergrundspeichers zusammen.

Zur Erzeugung des stroboskopischen Effektes unter Dauerlicht und mit einer Videokamera ist es möglich, den elektronischen Verschluss herkömmlicher Bildsensoren an Stelle des Blitzlichtes synchron zum zu beobachtenden Vorgang zu öffnen und zu schliessen.

Die Vorrichtungen aus der DE 43 09 353 C2 sowie der EP 0 865 759 A1 führen je eine Belichtung pro Auslesevorgang des Bildsensors durch. Die Vorrichtung aus der DE 43 09 353 C2 führt das Auslesen des Bildsensors synchron zur Bildfrequenz der Kamera durch, während die Vorrichtung aus EP 0 865 759 A1 das Auslesen des Bildsensors direkt nach der Belichtung, also nicht synchron zur Bildperiode der Kamera, sondern synchron zur Grundwelle des sich wiederholenden Vorgangs durchführt. Letztere erfordert demzufolge einen zusätzlichen Aufwand von getrenntem Schreib- und Lese-Speicher, die das zur Kamera nicht synchrone Videosignal in die verwendete Videonorm umwandelt.

Bei beiden Vorrichtungen aus der DE 43 09 353 C2 sowie der EP 0 865 759 A1 führt die Begrenzung auf genau eine Belichtung zu erheblichen Anforderungen an die Lichtleistung der verwendeten Beleuchtung.

Einen weiteren Versuch, die Nachteile der heutigen Blitzlicht-Stroboskopie zu überwinden, stellen die von der Firma ALPHATRON, Rotterdam, Niederlande, angebotenen Larynx-Stroboskope (z.B. www.dpmedicals.com) dar, die mit Dauerlichtquellen arbeiten.

Die ALPHATRON-Geräte weisen aber folgende Nachteile auf:

- die Notwendigkeit einer sehr leistungsstarken Dauerlichtquelle (heutige ALPHATRON-Stroboskope verfügen über 300 Watt XENON-Lichtquellen),
- der gegenüber HALOGEN-Lampen oder schwächeren XENON-Lampen höhere Preis, der höhere Leistungsverbrauch sowie größere Masse und größeres Volumen der leistungsstarken XENON-Lichtquellen,
- Flackern beim Ein- und Aussetzen der Stimme vermutlich durch fehlende Triggersignale während der Umschaltvorgänge zwischen Stroboskopbetrieb ohne Triggersignale und Stroboskopbetrieb mit Triggersignalen.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zur insbesondere Larynx-Stroboskopie mit kontinuierlicher Ausleuchtung ist ebenfalls einem Prospekt "Ent Endoscopy" der Anmelderin zu entnehmen, der auf der Messe MEDICA '99 im November 1999 ausgelegt

wurde. Dem Prospekt ist zu entnehmen, dass der stroboskopische Effekt in einen CCD-Sensor verlagert wird. Detaillierte Angaben über die Verfahrensweise und den Aufbau der Vorrichtung sind dem Prospekt nicht zu entnehmen.

Der Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der zuvor genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die Bildqualität, insbesondere deren Helligkeit und Schärfe verbessert wird bei gleichzeitig geringerem Beleuchtungsaufwand. Außerdem sollen die bei allen bisher bekannten Vorrichtungen auftretenden Bildstörungen wie Flackern und Überblendungen beim Umschalten zwischen Stroboskop- und normalem Kamerabetrieb beseitigt werden.

Das Problem wird erfindungsgemäß zum einen durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und zum anderen durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

Erfindungsgemäß wird der Bildsensor selbst zum Zwischenspeichern der Bildinformation sowie Aufintegrieren (Addieren) der Bildinformationen aus mehreren aufeinanderfolgenden Belichtungen im Bildsensor selbst nutzbar gemacht. Im Vergleich zum Stand der Technik sind durch diese neue Technologie mehrere zum Phänomen synchrone Belichtungen vor dem Auslesen eines Bildes aus dem Sensor möglich.

Gemäß einer besonders bevorzugten Verfahrensweise ist vorgesehen, dass die aufgenommenen Bildinformationen während der ersten Bildperiode n -fach mit $n > 1$ in dem Hintergrundspeicher aufaddiert und abgespeichert werden, wobei die in dem Hintergrundspeicher abgespeicherte Bildinformationssumme als Reaktion auf eine folgende, zweite Bildperiode ausgelesen wird. Dabei ergeben sich zum Beispiel für die Videonorm PAL mit einer Bildperiode von 20 ms und dem Extremfall der Grundfrequenz des Vorgangs $F = 1$ kHz bzw. der Grundperiode 1 ms zwanzig synchrone Belichtungen, bevor einmal ausgelesen wird. Das bedeutet für gleiche Länge einer einzelnen Belichtung, also auch gleiches Tastverhältnis und gleiche Bildschärfe, wie bei FR 2 761,171 A1 (= EP 0 865 759 A1) oder DE 43 09 353 C2, das Zwanzigfache der Helligkeit. Relativ tiefe Frequenzen wie $F = 100$ Hz ($T = 10$ ms) ergeben z. B. im Falle von PAL immer noch um

das Doppelte der Helligkeit, da hier noch zweimal belichtet werden kann an Stelle von nur einer Belichtung.

Bei einer weiteren bevorzugten Verfahrensweise ist vorgesehen, dass die aufgenommenen Bildinformationen während mehrerer Bildperioden n -fach, mit $n > 1$ in den Hintergrundspeicher aufaddiert und abgespeichert werden, wobei die in dem Hintergrundspeicher abgespeicherte Bildinformationssumme als Reaktion auf das Ende des n -ten Abspeichervorganges ausgelesen wird. Dadurch ergibt sich grundsätzlich die frequenzunabhängige n -fache Helligkeit bei gleicher Bildschärfe im Vergleich zu der EP 0 865 759 A1 oder der DE 43 09 353 C2.

Des Weiteren ist vorgesehen, dass die Helligkeit der Bilder des Videosignals oder der aus dem Hintergrundspeicher ausgelesenen Bildinformationssummen gemessen wird, wobei die gemessene Helligkeit mit einer vorgegebenen, gewünschten Helligkeit verglichen wird und wobei in Abhängigkeit des Vergleichs eine Gesamtbelichtungszeit aller zwischen zwei Auslösevorgängen des Bildsensors durchzuführenden Belichtungen festgelegt wird. Gemäß einer weiteren erfindungsgemäßen Verfahrensweise werden die Belichtungszeiten der einzelnen zu addierenden Bildinformationen in Abhängigkeit von der festgelegten Gesamtbelichtungszeit und einer von dem Vorgang abgeleiteten Momentanfrequenz variiert. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, dass die tatsächliche Gesamtbelichtungszeit gemessen und mit der festgelegten Gesamtbelichtungszeit verglichen wird, wobei der Beginn einer Belichtung sowie der folgenden Aufsummier- und Abspeichervorgänge gesperrt wird, wenn die festgelegte Gesamtbelichtungszeit erreicht wurde und die Sperrung der Belichtung und der anschließenden Additions- und Abspeichervorgänge aufgehoben wird, sobald der nächste Auslesevorgang des Hintergrundspeichers beendet wird. Mit tatsächlicher Gesamtbelichtungszeit zu einem bestimmten Zeitpunkt ist hier sowie im Folgenden die Summe aller Belichtungszeiten der Belichtungen gemeint, die seit dem vorhergehenden Auslesevorgang des Bildsensors bis zum aktuellen Zeitpunkt durchgeführt wurden. Die zusätzlichen Schaltungen zur Bildhelligkeitsmessung und Berechnung der Belichtungszeiten der einzelnen aufzuintegrierenden Belichtungen ermöglichen konstante Helligkeit sowie Schärfe unabhängig von der Stimmfrequenz.

Eine weitere besonders bevorzugte Verfahrensweise zeichnet sich dadurch aus, dass die Triggerimpulse synchron oder asynchron zu dem Vorgang oder unabhängig von dem Vorgang erzeugt werden, so dass die festgelegte Gesambelichtungszeit erreicht wird. Gegenüber dem ALPHATRON-Gerät entfällt aufgrund des hier vorgeschlagenen Verfahrens, das auch bei fehlenden oder aperiodischen Stimmlippenvibrationen die gewünschte Gesambelichtungszeit garantiert, das erhebliche Flackern beim Einsetzen oder Aussetzen der Stimme bzw. bei aperiodischen Stimmen.

Die wesentlich erhöhte Helligkeit trotz gleicher Beleuchtung bedeutet, dass unter Verwendung dieser Technologie die erforderliche Beleuchtungsleistung höchstens ein Zwanzigstel bei gleicher Bildschärfe wie bei der EP 0 865 759 A1 oder der DE 43 09 353 C2 beträgt. Diese Verminderung der erforderlichen Lichtleistung ermöglicht die Verwendung von 150-Watt-HALOGEN-Lampen als Dauerlichtbeleuchtung für die stroboskopische Diagnose der vibrierenden Stimmlippen auch bei höheren Frequenzen bis zu 1 kHz.

Im Vergleich zum bisherigen Stand der Technik liefert das in dieser Erfindung beschriebene Verfahren sowie die zugehörige Vorrichtung stets gleich helle, flacker-freie Bilder, was eine wesentliche Erleichterung für den untersuchenden Arzt darstellt.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen - für sich und/oder in Kombination -, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Aufbau einer Vorrichtung für die stroboskopische Aufzeichnung und Wiedergabe von sich wiederholenden Vorgängen,

Fig. 2 ein Zeitdiagramm einer Ausführungsform mit Signalen der Vorrichtung gemäß Fig. 1 und

Fig. 3 ein Zeitdiagramm einer zweiten Ausführungsform mit Signalen der Vorrichtung gemäß Fig. 1.

Fig. 1 zeigt rein schematisch den Aufbau einer Vorrichtung 10 für die stroboskopische Aufzeichnung und Wiedergabe von Bildern eines sich wiederholenden Vorgangs 12, der im beschriebenen Ausführungsbeispiel durch die Bewegung von Stimmbändern dargestellt wird. Die Vorrichtung 10 umfasst eine Dauerlichtquelle 14 zur Beleuchtung des zu beobachtenden Vorgangs 12, der von einem Bildsensor 16 mit Bildsegmenten 17 und einem Hintergrundspeicher 18 aufgezeichnet wird. Der Bildsensor 16 ist mit einer Wandlereinheit 20 verbunden, die aus dem Hintergrundspeicher 18 des Bildsensors 16 ausgelesene Bildinformationen in ein Videosignal S_{Video} umwandelt. Das Videosignal wird gemäß Ausführungsbeispiel einer Speichereinrichtung 22 zugeführt, die mit einem Monitor 24 zur Anzeige der aufgezeichneten Bilder verbunden ist. Des Weiteren ist die Speichereinheit 22 mit einer Ausleseeinrichtung 26 verbunden, mit der die in der Speichereinrichtung 22 abgelegten Videosignale ausgelesen werden können.

Ferner umfasst die Vorrichtung 10 eine Steuereinrichtung 28 zur Steuerung des Bildsensors 16, die eingangsseitig mit einer Triggereinrichtung 30, einer Frequenzmesseinrichtung 32 sowie einer Helligkeitsmesseinrichtung 34 verbunden ist. Die Triggereinrichtung dient zur Erzeugung von sich synchron zu dem genannten Vorgang 12 verhaltenden Impulsen S_{Trigger} , die der Steuereinrichtung 28 zugeführt werden. Dazu umfasst die Triggereinrichtung 30 zur Aufnahme von von den Stimmbändern (nicht dargestellt) erzeugten Schallwellen ein Mikrofon 36, das mit einer Signalverarbeitungseinrichtung 38 verbunden ist, um das Triggersignal S_{Trigger} zur Verfügung zu stellen.

Durch die Frequenzmesseinrichtung 32 wird die Momentanfrequenz der Grundwelle des zu beobachtenden sich nahezu periodisch wiederholenden Vorgangs ermittelt und der Steuereinrichtung 28 zugeführt.

Die Steuereinrichtung 28 selbst umfasst eine Belichtungssteuerung 40 zur Steuerung der

Belichtungszeiten des Bildsensors 16, eine Additionssteuerung 42 zur Addition von durch die Bildsegmente des Bildsensors 16 aufgenommenen Bildinformationen zu den im Hintergrundspeicher 18 bereits befindlichen Bildinformationen, eine Speichersteuerung 44 zur Speicherung Bildinformationssummen in den Hintergrundspeicher 18 sowie eine Lese-/Löschsteuerung 46 zum Auslesen des Hintergrundspeichers 18 und damit verbundenen Löschen des Hintergrundspeichers 18.

Durch die Helligkeitsmesseinrichtung 34 ist die Möglichkeit gegeben, die Helligkeit der Bilder des von dem Bildsensor und/oder der Wandlereinrichtung 20 abgegebenen Videosignals zu messen, die mit einer voreingestellten gewünschten Helligkeit verglichen wird und wobei in Abhängigkeit des Vergleichs der gemessenen Helligkeit mit der gewünschten Helligkeit eine Gesamtbelichtungszeit aller bis zum nächsten Auslesevorgang des Bildsensors 16 zu akkumulierenden Bilder festgelegt wird.

Mit Hilfe der von der Frequenzmesseinrichtung 32 gemessenen Momentanfrequenz des Vorganges sowie des von der Helligkeitsmesseinrichtung 34 aufgenommenen Signals werden in Abhängigkeit von der festgelegten Gesamtbelichtungszeit und der Momentanfrequenz des Vorganges die Belichtungszeiten der einzelnen zu akkumulierenden Bilder variiert. Erfindungsgemäß wird der Bildsensor 16 derart angesteuert, dass auch bei fehlenden oder nicht periodischen Vorgängen die zuvor festgelegte Gesamtbelichtungszeit innerhalb des aktuellen Bildes erreicht wird, indem zusätzliche Belichtungen ausgelöst werden, die auch asynchron zum Vorgang sein können.

Ferner weist die Steuereinrichtung eine Zeitmesseinheit 48 zur Messung der bisherigen tatsächlichen Gesamtbelichtungszeit innerhalb des aktuellen Bildes auf, um festzustellen, ob die von der Helligkeitsmesseinrichtung 34 festgelegte gewünschte Gesamtbelichtungszeit bereits nach dem vorhergehenden Auslesevorgang des Bildsensors erreicht wurde. Wenn die festgelegte gewünschte Gesamtbelichtungszeit erreicht wurde, werden alle folgenden Belichtungen und Aufsummier- und Abspeichervorgänge solange gesperrt, bis der nächste Auslesevorgang des Hintergrundspeichers 18 des Bildsensors 16 beendet ist.

Die Speichereinrichtung 22 dient dazu, dass von der Wandlereinrichtung 20 gelieferte Videosignal S_{Video} zu speichern, während der Hintergrundspeicher des Bildsensors ausgelesen wird, und zwar unabhängig vom Beginn der Belichtung des Bildsensors, unabhängig von der Triggervorrichtung 30 sowie unabhängig von der Bildhelligkeit, und das gespeicherte Videosignal auszugeben während der Bildperioden, in denen der Hintergrundspeicher des Bildsensors nicht ausgelesen wird.

Die mit der Speichereinrichtung 22 verbundene Steuereinrichtung 26 dient zur Steuerung des mit den Bildperioden abwechselnden Abspeicherns und Auslesens der in dem Speicher enthaltenen Bildinformationen.

Die Funktion der Vorrichtung 10 soll nachfolgend anhand der Zeitsignale zweier Beispiele gemäß Fig. 2 sowie Fig. 3 erläutert werden.

Fig. 2 gibt die Zeitsignale einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wieder, wobei das Auslesen aus dem Hintergrundspeicher bildsynchon aber nicht stimmsynchron erfolgt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Bildsensor 16 dazu verwendet wird, die Bildinformationen aus mehreren aufeinander folgenden Belichtungen im Bildsensor 16 selbst aufzuaddieren und im Hintergrundspeicher abzuspeichern. Der Bildsensor 16 mit Hintergrundspeicher 18 wird mit der Bildperiode T_v betrieben, wobei als Bildperiode die Zeit zwischen zwei Vertikal-Synchron-Impulsen der verwendeten Videonorm, z.B. PAL oder NTSC, zu verstehen ist. Zur Aufnahme eines Bildes werden zwei Bildperioden benötigt. Zu Beginn der ersten Bildperiode sind sowohl alle Bildsegmente 17 als auch der Hintergrundspeicher 18 des Bildsensors 16 gelöscht. Das von der Triggereinrichtung 30 erzeugte Triggersignal S_{Trigger} kann innerhalb der ersten Bildperiode mehrere Belichtungen auslösen. Hierzu wird von der Belichtungssteuerung 40 ein Signal S_{Shutter} erzeugt, mit dem ein elektronischer Shutter zu- bzw. aufgesteuert werden kann. Am Ende jeder Einzelbelichtungszeit werden durch das Signal $S_{\text{ADD/SPEICHERN}}$ der Addiersteuerung 42 der Belichtungssensor sowie der Hintergrundspeicher 18 derart angesteuert, dass neue Bildinformationen in den Bildsegmenten auf die bis dahin in den Hintergrundspeicher 18 abgelegten Bildinformationen aufaddiert und anschließend

wieder im Hintergrundspeicher 18 mittels der Speichersteuerung 44 abgespeichert werden.

Die Zeitmesseinrichtung 48 stellt fest, wann die von der Helligkeitsmesseinrichtung 34 festgelegte Gesamtbelichtungszeit erreicht wurde. Die Zeitmesseinrichtung 48 sowie die von der Steuereinheit 28 variierten individuellen Belichtungszeiten sind so eingestellt, dass, im Falle eines periodischen zu beobachtenden Vorgangs, die von der Helligkeitsmesseinrichtung 34 festgelegte Gesamtbelichtungszeit immer in der ersten Bildperiode erreicht wird. Die genannten Einrichtungen sind weiterhin so eingestellt, dass die für den Fall eines fehlenden oder nicht periodischen Vorgangs zusätzlich ausgelösten Belichtungen ebenfalls die von der Helligkeitsmesseinrichtung 34 festgelegte Gesamtbelichtungszeit immer in der ersten Bildperiode erreichen. Sobald die von der Helligkeitsmesseinrichtung 34 festgelegte Gesamtbelichtungszeit erreicht wurde, werden weitere Belichtungen gesperrt. In der folgenden zweiten Bildperiode werden die Bildinformationen aus dem Hintergrundspeicher 18 des Bildsensors 16 ausgelesen. Eine, zum Beispiel ebenfalls in der Steuereinrichtung 28 vorhandene weitere Zeitmesseinrichtung hebt die Sperrung der Belichtungen auf, sobald genug Zeit für das Auslesen vergangen ist.

Ein Vorteil dieser erfindungsgemäßen Verfahrensweise ist darin zu sehen, dass mehrere zum Vorgang synchrone Belichtungen, die aus der Stimmgrundwelle S_{Grund} abgeleitet werden, vor dem Auslesen eines Bildes aus dem Bildsensor 16 möglich sind. Im Extremfall beispielsweise bei einer Stimmgrundwelle mit der Frequenz $F = 1 \text{ kHz}$ und einer Periode von 1 ms und beispielsweise für die Videonorm PAL mit einer Bildperiode $T_v = 20 \text{ ms}$, passen 20 Belichtungen in eine Integrationszeit. Alle Belichtungen werden durch die Addiersteuerung 42 sowie die Speichersteuerung 44 miteinander addiert, bevor der Hintergrundspeicher 18 des Bildsensors 16 mittels der Auslese-/Löschsteuerung 46 ausgelesen wird. Insgesamt wird damit für gleiche Länge einer einzelnen Belichtung, also auch gleiches Tastverhältnis und gleiche Bildschärfe, das zwanzigfache der Helligkeit erreicht. Auch bei relativ tiefen Frequenzen wie beispielsweise $F = 100 \text{ Hz}$ ergeben sich bei einer Videonorm PAL immer noch im Vergleich zum Stand der Technik doppelte Helligkeitswerte, da hier noch zweimal belichtet werden kann.

Da in diesem Beispiel der Bildsensor immer nur in jedem zweiten Halbbild ausgelesen wird, ist auch jedes zweite Bild am Ausgang der Bildverarbeitungseinrichtung 20 leer. Dieses Problem wird durch die angeschlossene Speichereinrichtung 22 gelöst, die jedes nicht leere Bild abspeichert. Die Speichereinrichtung 22 wird außerdem so von der Speichersteuerung 26 angesteuert, dass die leeren Bilder durch zuvor abgespeicherte Bilder ersetzt werden.

Fig. 3 gibt die Zeitsignale einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lehre nach Anspruch 3 wieder. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Bildsensor 16 dazu verwendet wird, die Bildinformationen aus mehreren aufeinander folgenden Belichtungen im Bildsensor 16 selbst aufzuaddieren und im Hintergrundspeicher abzuspeichern. Der Bildsensor 16 mit Hintergrundspeicher 18 wird nicht synchron zur Bildperiode der verwendeten Videonorm sondern synchron zum beobachteten Vorgang betrieben.

Die Anzahl der für eine Aufnahme benötigten Bildperioden der verwendeten Videonorm ist variabel. Wie im voranstehenden Beispiel sind auch in diesem Ausführungsbeispiel zu Beginn einer Aufzeichnung sowohl alle Bildsegmente 17 als auch der Hintergrundspeicher 18 des Bildsensors 16 gelöscht. Die Vorrichtung ist zum Beispiel so eingestellt, dass das von der Triggereinrichtung 30 erzeugte Triggersignal S_{Trigger} zunächst genau 4 mal eine Belichtung auslöst. Hierzu wird von der Belichtungssteuerung 40 ein Signal S_{Shutter} erzeugt, mit dem ein elektronischer Shutter zu- bzw. aufgesteuert werden kann. Am Ende jeder Belichtungszeit werden durch das Signal $S_{\text{ADD./SPEICHERN}}$ der Addiersteuerung 42 der Belichtungssensor sowie der Hintergrundspeicher 18 derart angesteuert, dass neue Bildinformationen in den Bildsegmenten auf die bis dahin in den Hintergrundspeicher 18 abgelegten Bildinformationen aufaddiert und anschließend wieder im Hintergrundspeicher 18 mittels der Speichersteuerung 44 abgespeichert werden. Wenn die gewünschte Anzahl Belichtungen von hier zum Beispiel vier erreicht wurde, werden weitere Belichtungen gesperrt. Anschließend liest die Ausleseeinrichtung 46 den Hintergrundspeicher 18 des Bildsensors 16 aus und hinterlässt den Hintergrundspeicher wie im Ausgangszustand gelöscht.

In diesem Beispiel ergibt sich das Problem, dass die aus dem Bildsensor ausgelesenen Bildinformationen nicht der verwendeten Videonorm entsprechen, da die Bildinformationen nicht synchron mit der Bildperiode ausgelesen werden. An Stelle der Speichereinrichtung 22 sowie der Speichersteuerung 26 werden hier ein Speicher und eine Speichersteuerung eingesetzt, die in der Lage sind, die nicht normgerechten Bildinformationen zwischenzuspeichern und normgerecht, synchron zur Bildperiode der verwendeten Videonorm auszugeben.

Ein Vorteil dieser Verwendung der Erfindung besteht darin, dass - wie im vorherigen Ausführungsbeispiel - mehrere zum Vorgang synchrone Belichtungen durchgeführt werden können. Außerdem erlaubt das stimmsynchrone Auslesen des Bildsensors 16 verbunden mit mehreren Belichtungen, auch über einen Zeitraum von einer oder mehreren Bildperioden hinweg, die Optimierung des Kompromisses zwischen Bildhelligkeit, Bildwiederholrate sowie Bildschärfe.

Bei der vorangegangenen Beschreibung wurde der Fall der optischen Darstellung der Stimmbänder in unbeweglicher Position in Betracht gezogen. Entsprechend dem Stand der Technik ist es auch möglich, die verlangsamte Bewegung der Stimmbänder zu filmen, indem der Beginn der Belichtungszeit des Bildsensors im Verhältnis zum Gipfel oder einem anderen eingestellten Trigger-Pegel der Sinuskurve geringfügig verschoben wird.

Analog dazu ermöglicht die Bildaufnahmeeinrichtung, die Gegenstand dieser Erfindung ist, die optische Darstellung jedes wiederkehrenden Phänomens, auch wenn dieses aperiodisch ist, wobei das Signalverarbeitungsmodul in diesem Falle dazu in der Lage ist, das Eintreten des genannten Phänomens zu markieren, um in diesem Moment einen Impuls zu erzeugen, der die Steuerung der Belichtung des Bildsensors nach sich zieht.

Patentansprüche

Verfahren und Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von sich wiederholenden Vorgängen

1. Verfahren zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von Bildern eines sich wiederholenden Vorgangs (12), insbesondere sich bewegender Stimmlippen (Larynx-Diagnostik), umfassend die Verfahrensschritte:
 - Beleuchten des zu beobachtenden Vorgangs (12) mit einer Dauerlichtquelle (14),
 - Erzeugen von Triggerimpulsen S_{Trigger} zur Auslösung von Belichtungen zur Aufzeichnung von Bildinformationen des Vorgangs (12) mit einem Bildsensor (16),
 - Addieren der Bildinformationen aus mehreren aufeinanderfolgenden Belichtungen in einem Hintergrundspeicher des Bildsensors (16) zur Bildung von Bildinformationssummen,
 - Speichern der so erhaltenen Bildinformationssummen in dem Hintergrundspeicher (18) des Bildsensors (16),
 - Auslesen und Löschen des Hintergrundspeichers (18),
 - Verarbeitung der Bildinformationssummen zu einem Videosignal.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die aufgenommenen Bildinformationen von n Belichtungen mit $n > 1$ während einer ersten Bildperiode in dem Hintergrundspeicher aufaddiert und abgespeichert werden, wobei die in dem Hintergrundspeicher abgespeicherte Bildinformationssumme als Reaktion auf den Beginn einer darauf folgenden, zweiten Bildperiode ausgelesen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die aufgenommenen Bildinformationen von n Belichtungen mit $n > 1$ während mehrerer Bildperioden in dem Hintergrundspeicher aufaddiert und abgespeichert werden, wobei die in dem Hintergrundspeicher abgespeicherte Bildinformationssumme als Reaktion auf das Ende des n -ten Abspeichervorganges ausgelesen wird.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Helligkeit der Bilder des Videosignals oder der aus dem Hintergrundspeicher ausgelesenen Bildinformationssummen gemessen wird, dass die gemessene Helligkeit mit einer vorgegebenen, gewünschten Helligkeit verglichen wird und dass in Abhängigkeit des Vergleichs eine Gesamtbelichtungszeit aller zwischen zwei Auslesevorgängen des Bildsensors (16) durchzuführenden Belichtungen festgelegt wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Belichtungszeiten der einzelnen zu addierenden Bildinformationen in Abhängigkeit von der festgelegten Gesamtbelichtungszeit und einer von dem Vorgang abgeleiteten Momentanfrequenz variiert werden.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei fehlenden oder nicht periodischen Vorgängen zusätzliche Belichtungen ausgelöst werden, um die festgelegte Gesamtbelichtungszeit des aktuellen Bildes zu erreichen.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die tatsächliche Gesamtbelichtungszeit gemessen wird und mit der festgelegten Gesamtbelichtungszeit verglichen wird, dass der Beginn einer Belichtung sowie der folgenden Aufsummier- und Abspeichervorgänge gesperrt wird, wenn die festgelegte Gesamtbelichtungszeit erreicht wurde, und die Sperrung der Belichtung und der anschließenden Additions- und Abspeichervorgänge aufgehoben wird, sobald der nächste Auslesevorgang des Hintergrundspeichers beendet ist.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Triggerimpulse S_{Trigger} synchron oder asynchron zu dem Vorgang oder unabhängig von dem Vorgang erzeugt werden, so dass die festgelegte Gesamtbelichtungszeit erreicht wird.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Triggerimpulse S_{Trigger} aus der Grundwelle des periodischen oder nahezu periodischen Vorgangs abgeleitet werden.
10. Vorrichtung (10) für die stroboskopische Aufzeichnung und Wiedergabe von Bildern eines sich wiederholenden Vorgangs (12), insbesondere sich bewegender Stimmlippen (Larynx-Diagnostik), umfassend
- eine Dauerlichtquelle (14) zur Beleuchtung des zu beobachtenden Vorgangs (12),
 - eine Triggereinrichtung (30) zur Erzeugung von Triggerimpulsen,
 - einen Bildsensor (16) mit Bildsegmenten (17),
 - eine Steuereinrichtung (28) mit einer Belichtungssteuerung (40), einer Additionssteuerung (42), einer Speichersteuerung (44) sowie einer Lese-/Löschsteuerung (46), wobei mittels der Belichtungssteuerung (40) der

Beginn einer Belichtung der Bildsegmente (17) als Reaktion auf mindestens einen der Triggerimpulse sowie das Ende der Belichtung nach einer eingestellten Belichtungszeit steuerbar ist,

- einen Hintergrundspeicher (18), in dem mittels der Additions-/Speichersteuerung (42, 44) Bildinformationen addierbar und/oder speicherbar sind, wobei als Reaktion auf das Ende einer Belichtungszeit die als Ergebnis der Belichtung auf der Oberfläche des Bildsensors (16) in den Bildsegmenten (17) akkumulierten Bildinformationen auf die bis dahin im Hintergrundspeicher (18) des Bildsensors (16) abgespeicherten Bildinformationssummen aufaddiert werden,
- eine mit dem Bildsensor (16) verbundene Wandlereinrichtung (20), die die aus dem Hintergrundspeicher (18) des Bildsensors (16) ausgelesenen Bildinformationen in ein Videosignal S_{Video} umwandelt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorrichtung (10) eine Helligkeitsmesseinrichtung (34) zur Messung der Helligkeit der Bilder des Videosignals S_{Video} oder der aus dem Hintergrundspeicher ausgelesenen Bildinformationssummen aufweist, wobei in Abhängigkeit von der gemessenen Helligkeit des Bildes die Gesamtelichtungszeit aller zu addierenden Bildinformationen festgelegt wird.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Vorrichtung (10) eine Frequenzmesseinrichtung (32) zur Ermittlung der Momentanfrequenz der Grundwelle des zu beobachtenden, sich momentan annähernden periodisch wiederholenden Vorgangs (12) enthält.

13. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (28) eingangsseitig mit der Helligkeitsmesseinrichtung (34) sowie mit der Frequenzmesseinrichtung (32) verbunden ist, wobei in Abhängigkeit von der festgelegten Gesamtbelichtungszeit und von der gemessenen Momentanfrequenz des Vorganges die einzelnen Belichtungszeiten der zu addierenden Bildinformationen variiert werden.
14. Vorrichtung nach zumindest einem der zuvor genannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (28) eine Zeitmesseinrichtung (48) zum Ermitteln der tatsächlichen Gesamtbelichtungszeit für ein aktuelles Bild aufweist.
15. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung eine Speichereinrichtung (22) zur Speicherung des Videosignals S_{Video} aufweist, wobei die Speichereinrichtung (22) mindestens die innerhalb einer Bildperiode T_v des Bildsensors (16) ausgelesenen Bildinformationen abspeichert.
16. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung (10) Einrichtungen (26) enthält, die in der Lage sind, abwechselnd mit jedem Bild
- die Speichereinrichtungen (22) auszulesen und das gelesene Videosignal an den Ausgang zu geben und/oder
 - das von der Wandlereinheit (20) abgegebene Videosignal S_{Video} direkt an den Ausgang zu geben.

17. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Triggereinrichtung (30) ein Mikrofon (36) für die Umwandlung von akustischen Vibrationen des Vorgangs (12) in elektrische Schwingungen aufweist und
dass die Triggereinrichtung (30) eine Signalverarbeitungseinrichtung (38) beinhaltet, die an das Mikrofon (36) angeschlossen ist und eine Analyse der elektrischen Schwingungen ermöglicht, um in jeder Periode der elektrischen Schwingungen einen Triggerimpuls auszulösen.

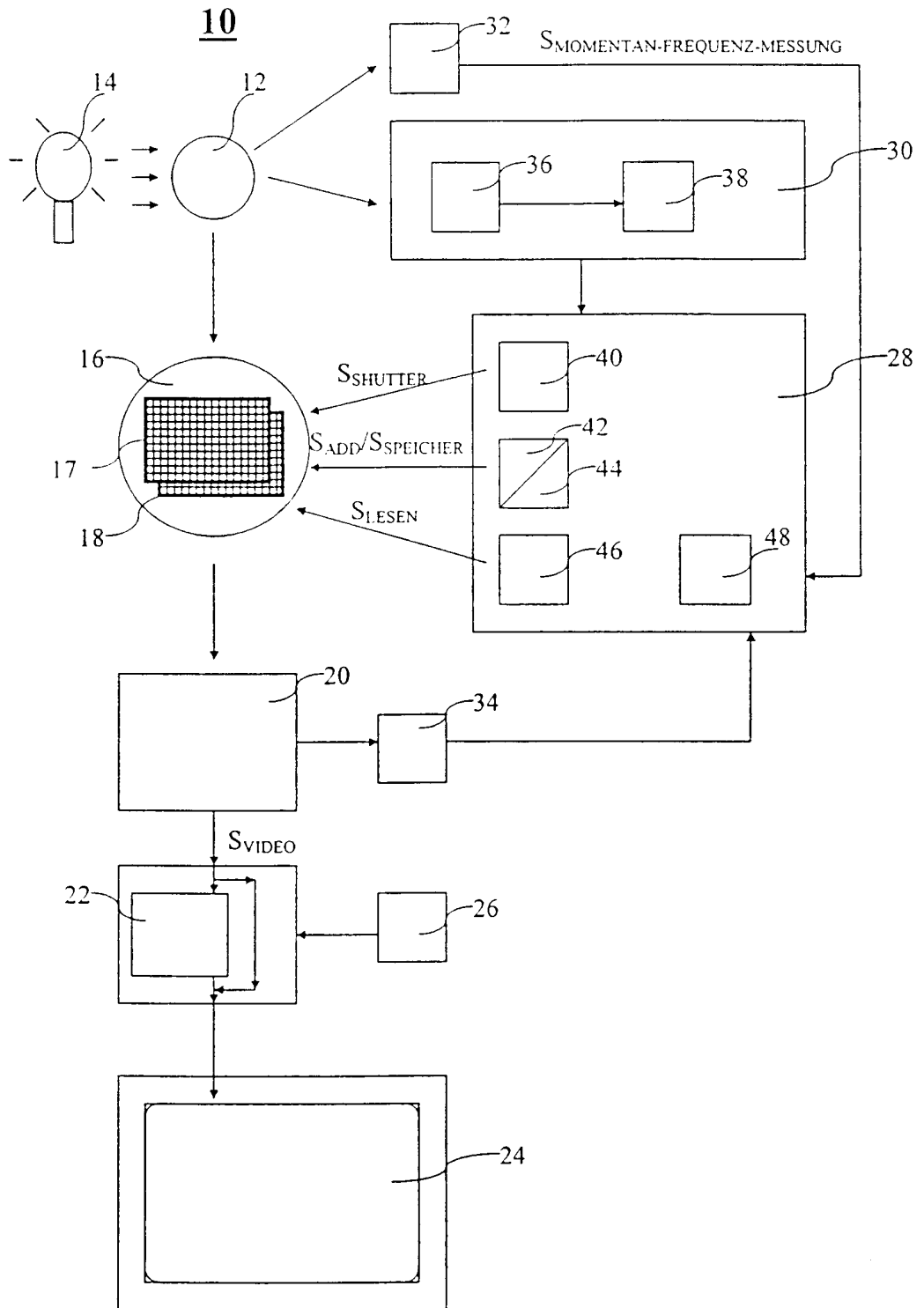


Fig. 1

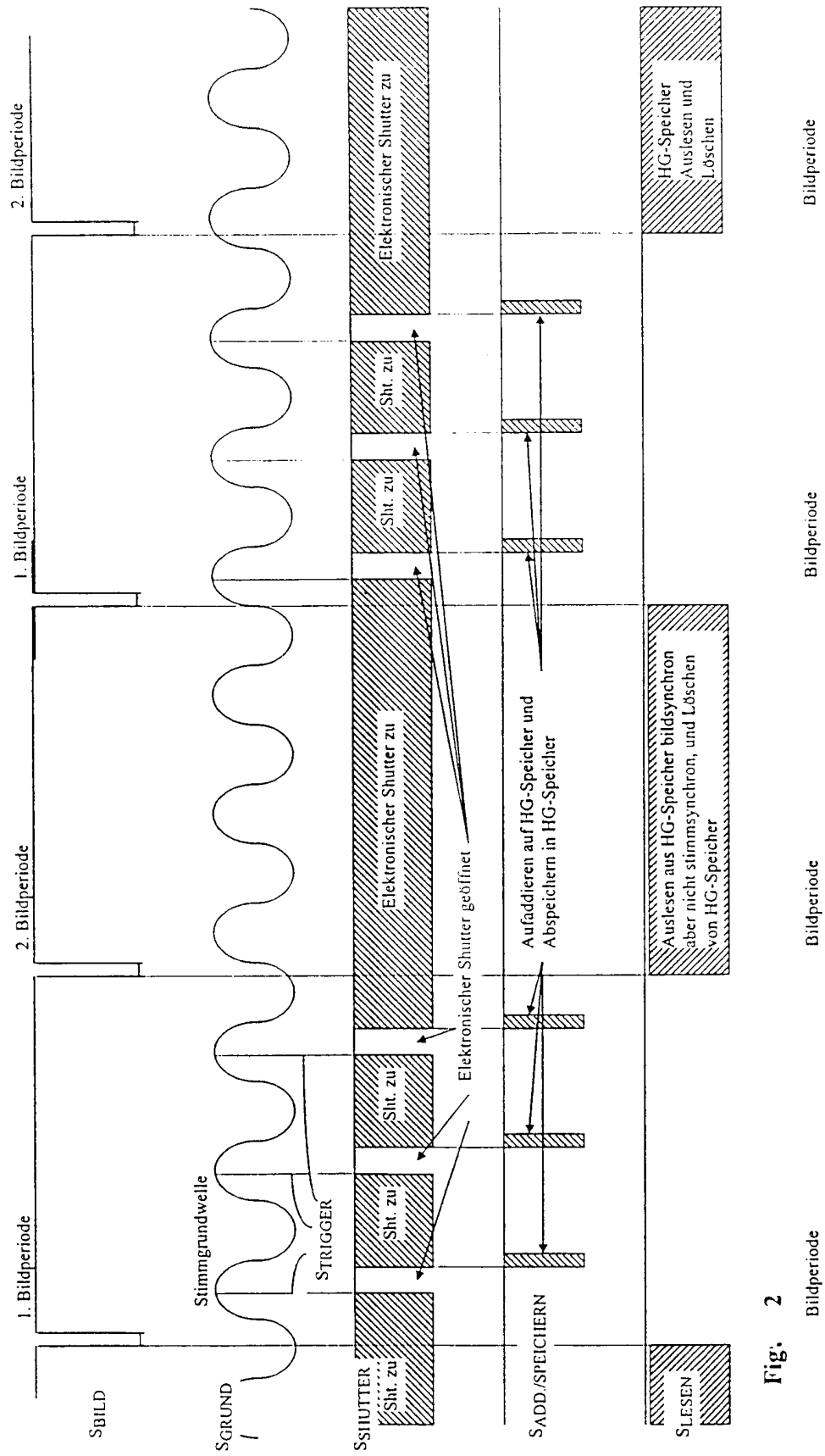


Fig. 2

Bildperiode

Bildperiode

Bildperiode

Bildperiode

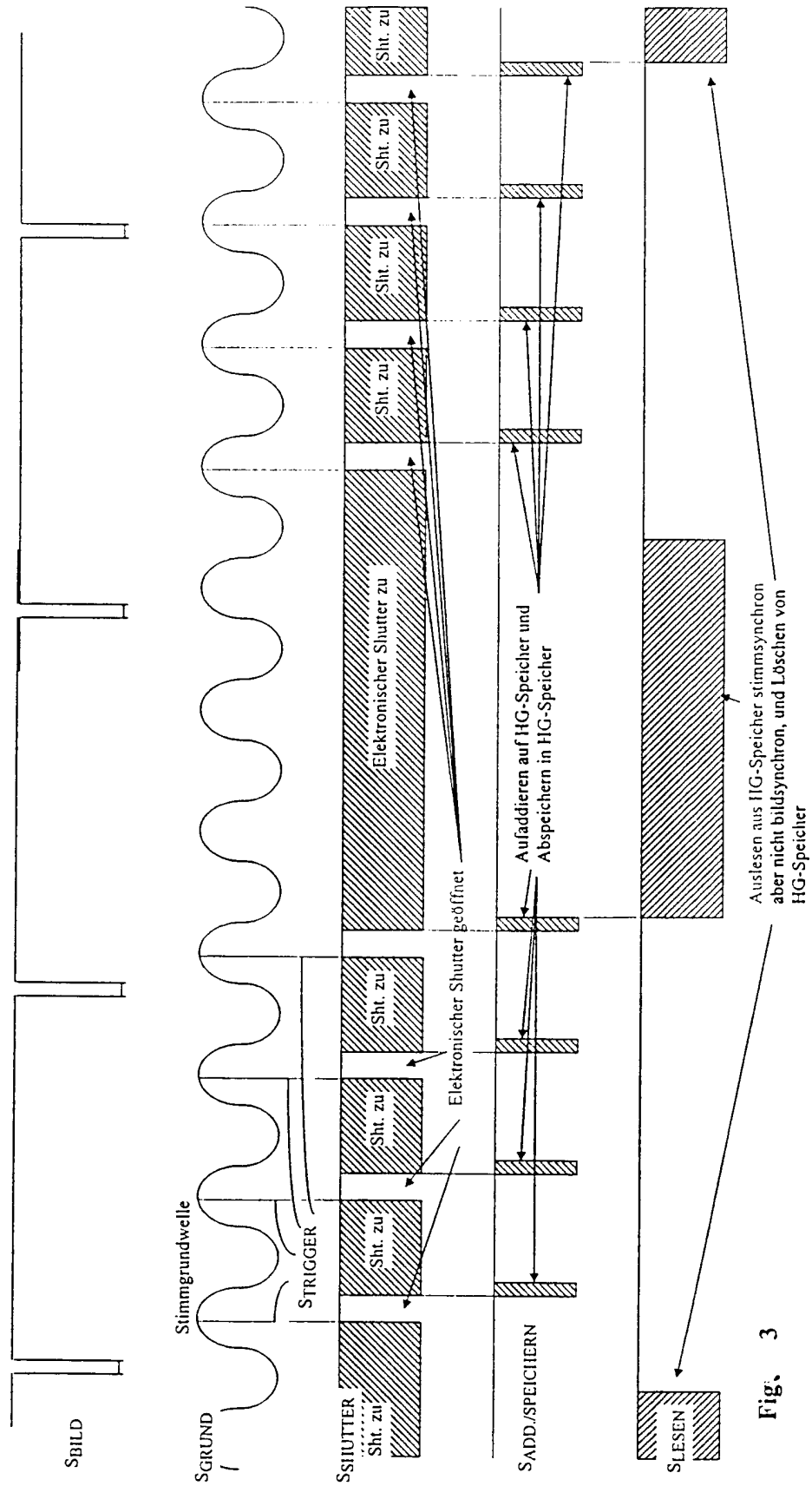


Fig. 3