



(10) **DE 10 2009 060 500 B4** 2015.12.17

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 060 500.2**

(22) Anmeldetag: **22.12.2009**

(43) Offenlegungstag: **28.07.2011**

(45) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung: **17.12.2015**

(51) Int Cl.: **A61B 1/267 (2006.01)**

A61B 1/04 (2006.01)

A61B 1/06 (2006.01)

Innerhalb von neun 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:

XION GmbH, 13127 Berlin, DE

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwaltskanzlei Bock Bieber
Donath Partnerschaftsgesellschaft, 07745 Jena,
DE**

(72) Erfinder:

**Laser, Helmut, 13156 Berlin, DE; Thomas, Björn,
16562 Bergfelde, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 100 17 162 A1

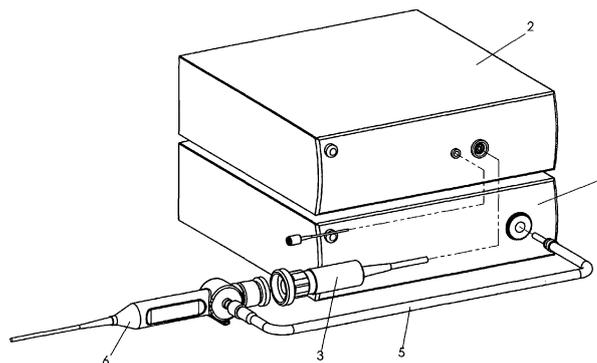
DE 10 2008 015 500 A1

DE 699 18 460 T2

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge und Anordnung zum Betreiben dieses Verfahrens**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge unter Verwendung einer Anordnung zur Ansteuerung einer Beleuchtungseinrichtung gekoppelt mit einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem zur stroboskopischen Beobachtung von sich wiederholenden Vorgängen, die eine Anzeigeeinheit, eine Triggereinrichtung, eine elektronische Steuereinheit und eine Treiberschaltung in der Art betreibt, dass ein Bildsensor des Kamerasystems über einen definierten Zeitraum je Einzelbild in der Lage ist Helligkeitsinformationen aufzunehmen, dadurch gekennzeichnet,

- dass Blitzimpulse von der elektronischen Steuereinheit in der Art erzeugt werden, dass die Summe der Dauer der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild gleich ist, in dem die Pulsbreite der Blitzimpulse variiert wird, und
- dass, wenn kein oder ein instabiles Triggersignal anliegt, zur Grundfrequenz asynchrone Blitzimpulse erzeugt werden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge, insbesondere zur Untersuchung sich bewegender Stimmlippen, und eine Anordnung zum Betreiben dieses Verfahrens.

[0002] Das Verfahren der Stroboskopie ist seit Jahren bekannt. Ebenfalls sind verschiedenste Anordnungen zur Beobachtung/Untersuchung periodischer Vorgänge sich bewegender Stimmlippen bekannt. Bei diesen Anordnungen werden Beleuchtungseinrichtungen auf Basis von Blitzlichtlampen oder LEDs in Verbindung mit einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem eingesetzt.

[0003] Dabei werden Blitzlichtlampen oder LEDs über die Grundfrequenz der Stimme getriggert, wodurch man ein stehendes Bild der Stimmlippen (siehe **Fig. 1**) oder bei kontinuierlicher Phasenverschiebung (0° – 360°) des Triggersignals ein sich langsam bewegendes Bild der Stimmlippen (siehe **Fig. 2**) erhält.

[0004] Nachteil dieser derzeit verfügbaren Untersuchungsanordnungen auf Basis der Stroboskopie-Gerätetechnik besteht in der nicht vorhandenen bzw. unvollkommenen Synchronisation bzw. Regelung der beleuchtenden Blitze auf das Kamerasystem. Dieser Nachteil führt zu starken Schwankungen in der Bildhelligkeit des Kamerasystems und wird vom Anwender als unangenehmes Flackern wahrgenommen.

[0005] DE 10 2008 015 500 A1 beschreibt ein Verfahren mit dem durch Unterbrechung des Blitzimpulses während des Ausleseabschnittes des Bildsensors (keine Aufnahme von Helligkeitsinformationen durch den Bildsensor) und anschließend Fortführung des Blitzimpulses die Ungleichbelichtung von Einzelbildern unterbunden werden soll. Dieses Verfahren führt aber nicht zu gleich belichteten Einzelbildern und unterbindet damit nicht das Bildflackern, da nicht gewährleistet wird, dass die Lichtmenge pro Einzelbild immer konstant ist. Darüber hinaus ist das Verfahren gemäß DE 10 2008 015 500 A1 nur für Blitzintervalle (entsprechen Grundfrequenzperiode der Stimme) definiert, die länger als eine Teilperiode eines Bildsensors ist. Dies entspräche bei einem 50 Hz Kamerasystem einer Blitzfrequenz von unter 50 Hz. Die Grundfrequenz der menschlichen Stimme liegt aber in Bereichen von 70 bis 1000 Hz.

[0006] DE 699 18 460 T2 offenbart ein Verfahren zur Unterbindung von Helligkeitsschwankungen im Videobild in der Art, dass eine konstante Beleuchtung der Einzelbilder dadurch erreicht wird, dass eine konstante Anzahl von Blitzimpulsen konstanter Dauer pro Einzelbild gewährleistet wird. Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die konstante Lichtmenge pro Einzelbild durch Unterdrückung von vollständigen

Blitzimpulsen erreicht wird. Dies kann, vor allem bei niedrigen Stimmgrundfrequenzen (wenige Blitzimpulse pro Einzelbild), zu dunklen bzw. stark nachverstärkten und damit verrauschten Videobildern führen.

[0007] Darüber hinaus ist es bei dem Verfahren gemäß DE 699 18 460 T2 notwendig, die Belichtungsregelung der Kamera abzuschalten, da es sonst durch die Belichtungsregelung der Kamera zu Helligkeitsschwankungen im Videobild kommt. Eine aktivierte Belichtungsregelung der Kamera sperrt bei hohen Lichtmengen pro Einzelbild für einen gewissen Zeitraum die Aufnahme von Helligkeitsinformationen durch den Bildsensor. Fällt nun ein Beleuchtungsblitz genau in diesen gesperrten Zeitraum, wird er durch die Kamerabelichtungsregelung unterdrückt und trägt damit nichts zur Helligkeit des Videobildes bei. Diese Unterdrückung wird bei diesem Verfahren nicht erkannt und führt somit bei eingeschalteter Kamerabelichtungsregelung zu unterschiedlich stark belichteten Einzelbildern, was sich in Helligkeitsschwankungen im Videobild niederschlägt.

[0008] Eine Deaktivierung der Belichtungsregelung der Kamera hat allerdings zum Nachteil, dass die Helligkeit des Videobildes nicht mehr geregelt wird. So kommt es bei Betrachtung von sehr hellen Objekten zu Überblendungen im Videobild und dunkle Objekte sind schlecht zu erkennen.

[0009] Darüber hinaus offenbart DE 699 18 460 T2 eine Standard-Generatorschaltung, die ein Signal für die Bereitstellung der Beleuchtung innerhalb von Zeitintervallen generiert, in denen kein Trigger-Signal für die Blitzimpulse vorliegt. Diese Standard-Generatorschaltung ist gemäß DE 699 18 460 T2 nicht mit dem Kamerasystem synchronisiert. Die durch diese Generatorschaltung erzeugten Blitze führen somit, selbst bei abgeschalteter Kamerabelichtungsregelung, zu Helligkeitsschwankungen im Videobild.

[0010] Das Videobild flackert sobald kein Trigger-Signal zur Verfügung steht.

[0011] Die DE 100 17 162 A1 offenbart ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur stroboskopischen Aufzeichnung und Wiedergabe von Bildern eines sich wiederholenden Vorgangs, insbesondere sich bewegender Stimmlippen (Larynx-Diagnostik). Zur Verbesserung der Bildqualität, insbesondere deren Helligkeit und Schärfe bei gleichzeitig geringem Beleuchtungsaufwand, sind gemäß dieser Offenbarung folgende Verfahrensschritte vorgesehen:

- Beleuchten des zu beobachtenden Vorgangs mit einer Dauerlichtquelle,
- Erzeugen von Triggerimpulsen zur Auslösung von Belichtungen zur Aufzeichnung von Bildinformationen des Vorgangs mit einem Bildsensor
- Addieren der Bildinformationen aus mehreren aufeinanderfolgenden Belichtungen in einem Hin-

tergrundspeicher des Bildsensors zur Bildung von Bildinformationssummen,

- Speichern der so erhaltenen Bildinformationssummen in den Hintergrundspeicher des Bildsensors,
- Auslesen und Löschen des Hintergrundspeichers
- Verarbeitung der Bildinformationssummen zu einem Videosignal.

[0012] Die Vorrichtung für die Durchführung dieses Verfahrens umfasst:

- eine Dauerlichtquelle zur Beleuchtung des zu beobachtenden Vorgangs,
- eine Triggereinrichtung zur Erzeugung von Triggerimpulsen,
- einen Bildsensor mit Bildsegmenten,
- eine Steuereinrichtung mit einer Belichtungssteuerung, einer Additionssteuerung, einer Speichersteuerung (44) sowie einer Lese-/Löschsteuerung,
- einen Hintergrundspeicher und
- eine mit dem Bildsensor verbundene Wandler-Einrichtung

wobei bei der Belichtungssteuerung die Belichtungszeiten des Sensors gesteuert werden.

[0013] Der Nachteil dieser technischen Lösung besteht darin, dass nicht mit einer kontinuierlichen, ungesteuerten Beleuchtung gearbeitet wird.

[0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge, insbesondere zur Untersuchung sich bewegender Stimmlippen, und eine Anordnung zum Betreiben dieses Verfahrens anzugeben, welche die zuvor stehend genannten Nachteile des Standes der Technik, wie bspw. die starken Schwankungen in der Bildhelligkeit des Kamerasystems und das damit für den Anwender verbundene unangenehme Flackern, vermeiden.

[0015] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche 1 und 5 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den nachgeordneten Ansprüchen angegeben.

[0016] Das Wesen des erfindungsgemäßen Verfahrens zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge besteht darin, dass es eine Anordnung zur Ansteuerung einer Beleuchtungseinrichtung gekoppelt mit einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem zur stroboskopischen Beobachtung von sich wiederholenden Vorgängen, insbesondere sich bewegender Stimmlippen verwendet, die aus einer Beleuchtungseinrichtung, einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem, einer Belichtungsregelungssignalerzeugungseinrichtung, die ggf. entfallen kann, einer Anzeigeeinheit, einer Triggereinrichtung, einer elek-

tronischen Steuereinheit sowie einer Treiberschaltung besteht und in folgender Art und Weise betreibt:

- der Bildsensor des Kamerasystems ist über einen definierten, optimalerweise den maximal möglichen, Zeitraum je Einzelbild in der Lage, Helligkeitsinformationen aufzunehmen und
- die Blitzimpulse von der elektronischen Steuereinheit in der Art erzeugt werden, dass die Summe der Dauer der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild gleich ist, in dem die Pulsbreite der Blitzimpulse variiert wird und
- dass, wenn kein oder ein instabiles Triggersignal IT anliegt, zur Grundfrequenz asynchrone Blitzimpulse erzeugt werden.

[0017] Vorteilhaft werden, wenn die Belichtungsregelung des Kamerasystems aktiv ist, die Blitzimpulse von der elektronischen Steuereinheit in der Art erzeugt, dass die Summe der Dauer der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild genau der vom Kamerasystem vorgegebenen Belichtungszeit für das Einzelbild entspricht.

[0018] Dabei wird das Belichtungsregelungssignal (Shuttersignal) des Kamerasystems nicht dem Bildsensor zugeführt und das Belichtungsregelungssignal (Shuttersignal) oder eine andere aus dem Kamerasystem entnehmbare Referenz dient als Belichtungs-vorgabe für die gewünschte Belichtungszeit je Einzelbild der elektronischen Steuereinheit.

[0019] Das Wesen der Anordnung zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge besteht darin, dass diese eine stroboskopische Beleuchtungseinrichtung (Blitzlichtquelle), eine elektronische Steuerungs-anordnung, ein Kamerasystem, ein Mikrofon (oder EGG Elektrode), ein optisches System (bspw. Endoskop oder Mikroskop) mit Lichtleiter und eine Anzeigeeinheit umfasst, wobei die elektronische Steuerungsanordnung, die eine Signalverarbeitungseinrichtung, eine Frequenzmesseinrichtung, eine Vorgabebelichtungszeitmesseinrichtung, eine Synchronisationseinrichtung und eine Treiberschaltung umfasst, mit dem Kamerasystem über eine Schnittstelle verbunden ist.

[0020] In einer Ausführungsform ist der Kamerakopf auf das Endoskop aufgesetzt, wobei der Kamerakopf und das Mikrofon Signal-leitend mit dem Kameras-teuengerät sowie das Endoskop über den Lichtleiter mit der Lichtquelle verbunden sind.

[0021] Erfindungswesentlich ist, dass die elektronische Steuerungsanordnung mit dem Kamerasystem und der Beleuchtungseinrichtung Signal-leitend in Verbindung steht, so dass die von der Beleuchtungseinrichtung emittierten Beleuchtungsimpulse in der Art erzeugt werden, dass die Lichtmenge je Einzelbild gleich ist. Dies wird durch eine Variation der Pulsbrei-

te der Beleuchtungsimpulse und die Erzeugung von asynchronen Beleuchtungsimpulsen erreicht.

[0022] Dabei können in einer Ausführungsform Kamerasystem, Beleuchtungseinrichtung (LED oder Blitzlampe) und Steuerungsanordnung integriert sein, wobei die Beleuchtungseinrichtung über Lichtleiter mit dem Endoskop verbunden ist.

[0023] Alternativ dazu kann die Beleuchtungseinrichtung von dem Steuergerät getrennt, in einem externen Beleuchtungskopf angeordnet sein.

[0024] Darüber hinaus kann in einer Ausführungsform die Beleuchtungseinrichtung/das Leuchtmittel in einem endoskopischen Anwendungsteil angeordnet sein, das Mikrofon kann in den Kamerakopf integriert sein, so dass die Anzahl erforderlicher Verbindungskabel zum Steuergerät weiter reduziert wird.

[0025] Die gemeinsame Zuleitung von Kamerakopf und verbundenem Beleuchtungskopf zum Kamera-steuergerät kann durch eine kabellose Verbindung über Funk ersetzt sein.

[0026] In einer anderen Ausführungsform kann der Beleuchtungskopf mit dem Kamerakopf mit integriertem Mikrofon verbunden sein, so dass für alle dieser Funktionsgruppen nur noch eine gemeinsame Verbindungsleitung zum Steuergerät benötigt wird.

[0027] Kamerakopf, Beleuchtungseinrichtung (Leuchtmittel) und Mikrofon sind bei einer weiteren Ausführungsform in Form eines videoendoskopischen Anwendungsteils integriert, das einen Bildsensor, ein Mikrofon und die Beleuchtungseinrichtung (bspw. in Form von LED) enthält und über ein Kabel oder per Funk mit einem Steuergerät oder, wenn das endoskopische Anwendungsteil bereits die Elektronik der Steuergeräte enthält, direkt mit einer Anzeige- und Auswertungs-einheit verbunden.

[0028] Das endoskopische Anwendungsteil kann neben Bildsensor, Mikrofon, Beleuchtungseinrichtung, der Kameraelektronik und Steuerungsanordnung auch die Anzeigeeinheit (z. B. in Form eines LCD-Displays) und ggf. auch eine Speichermöglichkeit für Daten enthalten.

[0029] Im Rahmen der Erfindung liegt auch, dass zur Gewinnung des Signals für die Beleuchtungssteuerung statt des Mikrofons auch ein anderer geeigneter Sensor, wie bspw. eine EGG-(Elektroglottografie) Elektrode eingesetzt wird.

[0030] Die Erfindung wird nachstehend an Hand der schematischen Zeichnung des Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

[0031] Fig. 1: eine schematische Darstellung der Erzeugung eines stehenden Bildes von Stimmlippen,

[0032] Fig. 2: eine schematische Darstellung der Erzeugung eines langsam bewegten Bildes von Stimmlippen,

[0033] Fig. 3: eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0034] Fig. 4: eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0035] Fig. 5: eine schematische Darstellung einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0036] Fig. 6: eine schematische Darstellung einer vierten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0037] Fig. 7: eine schematische Darstellung einer fünften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0038] Fig. 8: eine schematische Darstellung einer sechsten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0039] Fig. 9: eine schematische Darstellung einer siebenden Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anordnung,

[0040] Fig. 10: eine schematische Darstellung der Ausführungsform gemäß Fig. 9 mit separater Anzeige- und Auswerteeinheit,

[0041] Fig. 11: eine schematische Darstellung der Ausführungsform gemäß Fig. 9 mit integrierter Anzeigeeinheit,

[0042] Fig. 12: Blockschema der erfindungsgemäßen elektronischen Steuerungsanordnung,

[0043] Fig. 13: zeitliche Darstellung mittels der erfindungsgemäßen Anordnung erzeugten Blitzimpulse je Einzelbild bei stabilem Triggersignal I_T und

[0044] Fig. 14: zeitliche Darstellung mittels der erfindungsgemäßen Anordnung erzeugten Blitzimpulse je Einzelbild bei fehlendem oder instabilem Triggersignal I_T .

[0045] Fig. 3 zeigt eine Anordnung bestehend aus einer stroboskopischen Lichtquelle (1) (umfassend Beleuchtungseinrichtung und Steuerungsanordnung), einem Steuergerät (2) (umfassend Kamera-steuergerät und Steuerungsanordnung) mit einem

Kamerakopf (3), einem Mikrofon (4), einem Lichtleiter (5) und einem Endoskop (6), wobei die stroboskopische Lichtquelle (1) mit dem Kamera-Steuergerät (2) in Verbindung steht, so dass die von der Beleuchtungseinrichtung emittierten Beleuchtungsimpulse in der Art erzeugbar sind, dass die Lichtmenge je Einzelbild gleich ist. Dies wird durch eine Variation der Pulsbreite der Beleuchtungsimpulse und die Erzeugung von asynchronen Beleuchtungsimpulsen vermittels der elektronischen Steuerungsanordnung erreicht.

[0046] Dabei ist der Kamerakopf (3) auf das Endoskop (6) aufgesetzt, wobei der Kamerakopf (3) und das Mikrofon (4) Signal-leitend und das Endoskop (6) mit dem Lichtleiter (5) mit der stroboskopischen Lichtquelle (1) (umfassend Beleuchtungseinrichtung und Steuerungsanordnung) verbunden ist.

[0047] Alternativ dazu kann, wie in Fig. 4 dargestellt, in dem Kamera-Steuergerät (2) die stroboskopische Lichtquelle (1) integriert sein (1 + 2), wobei der Kamerakopf (3) und das Mikrofon (4) Signal-leitend und das Endoskop (6) über den Lichtleiter (5) mit dem Steuergerät (1 + 2) verbunden ist, wobei der Kamerakopf (3) auf das Endoskop (6) aufgesetzt ist.

[0048] Alternativ dazu kann, wie in Fig. 5 dargestellt, die stroboskopische Lichtquelle (1) einen externen, von dem Steuergerät (2) getrennten Beleuchtungskopf (8), welcher mit dem Endoskop (6) verbindbar ist, aufweisen, welcher Signal-leitend mit dem Steuergerät (2) mit stroboskopischen Lichtquelle (1) in Verbindung (1 + 2) steht, so dass der Lichtleiter entfallen kann und nur noch elektrische Verbindungen vom Kamerakopf (3) und vom Beleuchtungskopf (8) und Mikrofon (4) zum Steuergerät (2) mit stroboskopischer Lichtquelle (1) bestehen.

[0049] Wie in Fig. 6 dargestellt, kann statt eines Beleuchtungskopfes (8) die Beleuchtungseinrichtung (8) auch direkt im Endoskop (6) integriert sein.

[0050] Im Rahmen der Erfindung liegt auch, dass das Mikrofon (4), wie in Fig. 7 dargestellt, in dem Kamerakopf (3) gemäß Fig. 5 integriert ist.

[0051] Im Rahmen der Erfindung liegt auch, dass, wie in Fig. 8 dargestellt, der Beleuchtungskopf (8) direkt mit dem Kamerakopf (3) mit integriertem Mikrofon (4) verbunden ist, wobei eine Signal-leitende Verbindung zum Steuergerät (2) führt.

[0052] Wie in Fig. 9 dargestellt, können der Beleuchtungskopf (8), der Kamerakopf (3) und das Mikrofon (4) in dem Endoskop (6) zu einem einzigen endoskopischen Anwendungsteil zusammengefasst sein, so dass eine Signal-leitende Verbindung zum Steuergerät (2) führt. Diese gemeinsame Leitung kann durch eine kabellose Verbindung über Funk ersetzt sein.

[0053] Das endoskopische Anwendungsteil gemäß Fig. 9 ist, wie in Fig. 10 dargestellt, mit einer Anzeige- und Auswertungseinheit (9) verbindbar, wobei das endoskopische Anwendungsteil neben dem Bildsensor (11), dem Mikrofon (4) und der Beleuchtungseinrichtung auch die Kameraelektronik und die Steuerungsanordnung enthält, so dass der Anzeige- und Auswerteeinheit (9) über eine Schnittstelle (z. B. USB oder IEEE 1394) fertige Video- und Messdaten (z. B. Grundfrequenz und Schalldruckpegel) zuführbar sind.

[0054] Alternativ dazu kann die Anzeige- und Auswertungseinheit (9), wie in Fig. 11 gezeigt, bspw. in Form eines LCD-Displays (10) ausgeführt und direkt mit dem Endoskop (6) lösbar oder unlösbar verbunden sein und ggf auch die Möglichkeit der digitalen Aufzeichnung von Daten enthalten.

[0055] Im Rahmen der Erfindung liegt auch, dass zur Gewinnung des Signals für die Beleuchtungssteuerung statt des Mikrofons auch ein anderer geeigneter Sensor, wie bspw. eine EGG-(Elektroglottografie) Elektrode eingesetzt wird.

[0056] In Fig. 12 ist in einem Blockschema die erfindungsgemäße Steuerungsanordnung schematisch dargestellt, welche zur Ansteuerung einer Beleuchtungseinrichtung (g) gekoppelt mit einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem (b) für die Endoskopie zur stroboskopischen Beobachtung von sich wiederholenden Vorgängen (a), insbesondere sich bewegender Stimmlippen, inklusive Synchronisation sowie Regelung der beleuchtenden Blitze mit bzw. auf ein Kamerasystem (b) zur Unterbindung von Helligkeitsschwankungen im Videobild dient.

[0057] Die erfindungsgemäße Steuerungsanordnung besteht aus einer Beleuchtungseinrichtung (g), einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem (b), einer Belichtungsregelungssignalerzeugungseinrichtung (h), die gegebenenfalls entfallen kann, einer Anzeigeeinheit (c), einer Triggereinrichtung (d), einer elektronischen Steuereinheit (e) und einer Treiberschaltung (f), die im Folgenden näher beschrieben wird.

[0058] Das Kamerasystem (b) besteht aus einem oder mehreren CCD- oder CMOS-Bildsensoren, im Folgenden nur noch als Bildsensor bezeichnet, zur Aufzeichnung des durch die Beleuchtungseinrichtung (g) beleuchteten periodischen Vorgangs (a). Der Bildsensor (ba) ist mit einer Wandlereinheit (bb) Signalleitend verbunden, die aus den Bildinformationen des Bildsensors ein Videosignal erzeugt.

[0059] Die Anzeigeeinheit (c) ist bspw. ein Monitor zur Anzeige des vom Kamerasystem (b) bereitgestellten Videosignals. Die Anzeigeeinheit (c) ist mit dem Kamerasystem (b) Signal-leitend verbunden.

[0060] Die Triggereinrichtung (d) dient zur Erzeugung von zu dem periodischem Vorgang (a) synchronen Impulsen I_T , die der elektronischen Steuereinheit (e) zugeführt werden. Die Triggereinrichtung (d) besteht aus einem Mikrofon (da) zur Aufnahme von denen durch die Stimmbänder erzeugten Schallwellen und einer mit dem Mikrofon (da) Signalleitend verbundenen Signalverarbeitungseinrichtung (db) zur Erzeugung des Triggersignales I_T .

[0061] Die elektronische Steuereinheit (e) ist mit dem Kamerasystem (b) und der Triggereinrichtung (d) Signalleitend verbunden und besteht aus den folgenden Einrichtungen:

Die Gesamtbelichtungszeitmesseinrichtung (ea) ist mit dem Kamerasystem (b) Signalleitend verbunden und dient zur Ermittlung der maximalen belichtungsempfindlichen Zeit je Einzelbild des Kamerasystems (b) (t_{BE}). Bei t_{BE} handelt es sich um die maximale Zeit je Einzelbild in der der Bildsensor (ba) Helligkeitsinformationen aufnehmen kann. Zur Ermittlung dieser Zeit wird das vertikale Synchronisationssignal (VS) des Kamerasystems (b) herangezogen, das angibt, wann ein Einzelbild endet und ein neues beginnt. Bei jedem VS Impuls wird t_{BE} erneut ermittelt und der Synchronisationseinrichtung (ee) zugeführt.

[0062] Die Vorgabebelichtungszeitmesseinrichtung (eb) ist mit dem Kamerasystem (b) Signalleitend verbunden und dient zur Ermittlung der von der Belichtungsregelung des Kamerasystems (b) vorgegebenen Belichtungszeit für das Einzelbild (t_{BV}). Dabei wird t_{BV} durch einen Maximalwert $t_{BV,max}$ begrenzt. Der Maximalwert $t_{BV,max}$ ist ein konstanter Wert und ergibt sich aus den Parametern der LED(s) der Beleuchtungseinrichtung (g) und dem Aufbau der Beleuchtungseinrichtung (g). Er dient dazu, eine elektrische oder thermische Überlastung der LED(s) auszuschließen. Zur Ermittlung von t_{BV} wird das vertikale Synchronisationssignal (VS) und das Belichtungs-(Shutter-)Signal (SHT_{Kamera}) des Kamerasystems (b) herangezogen. Dazu wird durch Bestimmung der Dauer von SHT_{Kamera} ermittelt, wie groß der Zeitraum ist, in der das Kamerasystem (b) eine Aufnahme von Helligkeitsinformationen pro Einzelbild durch den Bildsensor (ba) zulassen will. Bei jedem VS Impuls wird t_{BV} erneut ermittelt und der Synchronisationseinrichtung (ee) zugeführt.

[0063] Die Frequenzmesseinrichtung (ec) ist mit der Triggereinrichtung (d) Signalleitend verbunden und aus den Triggerimpulsen I_T wird die Momentanfrequenz der Grundwelle des periodischen Vorgangs (a) ermittelt, die der Synchronisationseinrichtung (ee) zugeführt wird.

[0064] Die Synchronisationseinrichtung (ee) ist mit dem Kamerasystem (b), der Gesamtbelichtungszeitmesseinrichtung (ea), der Vorgabebelichtungszeitmesseinrichtung (eb), der Frequenzmesseinrichtung

(ec) und der Triggereinrichtung (d) Signalleitend verbunden. Aus denen durch diese Einrichtungen bereitgestellten Signalen wird durch die Synchronisationseinrichtung (ee) ein Impulssignal I_I erzeugt, das sich aus zu dem periodischen Vorgang (a) synchronen Impulsen I_S und zu dem periodischen Vorgang (a) nicht synchronen (asynchronen) Impulsen I_A variabler Pulsbreite zusammensetzt. Dieses Impulssignal I_I wird über eine Signalleitende Verbindung der Treiberschaltung (f) zugeführt.

[0065] Die Treiberschaltung (f) ist mit der Elektronischen Steuereinheit (e) Signalleitend verbunden und dient zur Ansteuerung einer oder mehrerer LED(s). Die Treiberschaltung (f) gewährleistet eine konstante Leistungsabgabe pro Zeiteinheit an die LED(s). Weiterhin ist die Treiberschaltung (f) taktbar. Dies bedeutet, dass über ein Impulssignal der Zeitpunkt der Leistungsabgabe an die LED(s) gesteuert werden kann.

[0066] Dieses Impulssignal (I_I) wird von der Elektronischen Steuereinheit (e) bereitgestellt.

[0067] Die Beleuchtungseinrichtung (g) besteht aus einer oder mehreren LEDs, die mit der Treiberschaltung (f) elektrisch verbunden ist/sind und zur Beleuchtung des periodischen Vorgangs (a) mittels Blitzimpulsen dient/dienen.

[0068] Die Belichtungsregelungssignalerzeugungseinrichtung (h) ist mit dem Kamerasystem (b) Signalleitend verbunden und dient zur Erzeugung eines dem Belichtungsregelungssignals (Shuttersignals) des Kameraprozessors konformen Signals mit dem Shutterwert „0“. Das heißt der Bildsensor ist über die maximal mögliche Zeit je Einzelbild in der Lage Helligkeitsinformationen aufzunehmen. Die Belichtungsregelungssignalerzeugungseinrichtung kann gegebenenfalls bei einigen Kamerasystemen je nach Kamerasystemtyp entfallen.

[0069] Die Belichtungsregelung des Kamerasystems (b) ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise immer aktiv. Das Belichtungsregelungssignal (Shuttersignal) wird allerdings nicht wie bei einem Standard-Kamerasystem dem Bildsensor (ba) zugeführt, um dort für einen bestimmten Zeitraum die Aufnahme von Helligkeitsinformationen zu unterdrücken, sondern dient der elektronischen Steuereinheit (e) als Belichtungsvorgabe. Dem Bildsensor (ba) wird, mittels der Vorrichtung (h), ein dem Shutter-signal konformes Signal mit dem Shutterwert „0“ zugeführt. Das heißt, der Bildsensor ist über den maximal möglichen Zeitraum in der Lage Helligkeitsinformationen aufzunehmen.

[0070] Die Steuerung, wie viel Helligkeitsinformationen dem Bildsensor (ba) zugeführt und damit von ihm aufgenommen werden, erfolgt über die elektronische Steuereinheit (e). Dabei werden die Impulse I_S und

I_A von der Elektronischen Steuereinheit (e) in der Art erzeugt, dass die Summe der Dauer der einzelnen Impulse I_S und I_A für das Einzelbild genau der von der Belichtungsregelung des Kamerasystems (b) vorgegebenen Belichtungszeit für das Einzelbild (t_{BV}) entspricht. Dies wird durch Anpassung der Pulsbreite der Impulse I_S und I_A erreicht.

[0071] Im Folgenden werden die durch die Synchronisationseinrichtung (ee) erzeugten Impulse I_S und I_A , die mittels der Treiberschaltung (f) getrieben und durch die Beleuchtungseinrichtung (g) als Lichtblitze abgegeben werden, als Blitzimpulse bezeichnet.

[0072] Ist ein „stabiles“ Triggersignal I_T vorhanden erzeugt die elektronische Steuereinheit (e) die in Fig. 13(c) dargestellten Blitzimpulse.

[0073] Die Darstellung (a) in Fig. 13 zeigt die Zeitspanne t_{BE} in der Helligkeitsinformationen je Einzelbild vom Bildsensor (ba) aufgenommen werden können. Im Beispiel sind 4 aufeinander folgende Einzelbilder dargestellt.

[0074] Die Darstellung (b) in Fig. 13 zeigt die synchron zum periodischen Vorgang a) erzeugte Blitzimpulse die eine konstante, nicht von t_{BV} abhängige Pulsbreite aufweisen. Es ist zu erkennen, dass die durch die Blitzimpulse eingebrachte Lichtmenge in jedem der 4 Einzelbilder eine unterschiedliche ist. Dies führt zu unterschiedlich stark belichteten Einzelbildern und damit zu Helligkeitsschwankungen im Videobild. Das in DE 699 18 460 T2 offenbarte Verfahren hingegen würde diese Helligkeitsunterschiede durch Unterdrückung des jeweils letzten Blitzimpulses unterbinden, was zu den oben aufgeführten Nachteilen dunkler bzw. nachverstärkter und damit verrauschter Videobilder führen kann.

[0075] Darstellung (c) in Fig. 13 zeigt nun die von der elektronischen Steuereinheit e) der vorliegenden Erfindung synchron zum periodischen Vorgang a) erzeugten Blitzimpuls. Die Pulsbreite t_{SB} der Blitzimpulse wird durch die elektronische Steuereinheit e) so gewählt, dass die Summe der Pulsbreiten der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild genau der von der Belichtungsregelung des Kamerasystems b) vorgegebenen Belichtungszeit für das Einzelbild (t_{BV}) entspricht. Geht man beispielhaft davon aus, dass das Kamerasystem b) für alle 4 aufeinander folgende Einzelbilder dieselbe Belichtungszeit vorgibt

$$(t_{BV}(x) = t_{BV}(x + 1) = t_{BV}(x + 2) = t_{BV}(x + 3))$$

gilt folgendes:

$$t_{SB}(x)_1 + t_{SB}(x)_2 + t_{SB}(x)_3 = t_{SB}(x + 1)_1 + t_{SB}(x + 1)_2 = t_{SB}(x + 2)_1 + t_{SB}(x + 2)_2 + t_{SB}(x + 2)_3 = t_{SB}(x + 3)_1 + t_{SB}(x + 3)_2$$

[0076] Die eingebrachte Lichtmenge pro Einzelbild ist folglich identisch, womit alle Einzelbilder gleich stark belichtet sind und damit keine Helligkeitsschwankungen im Videobild auftreten. Des Weiteren werden bei dieser Methode keine synchronen Blitzimpulse vollständig unterdrückt, was die Wahrscheinlichkeit auf dunkle bzw. nachverstärkte Videobilder verringert. In Einzelbild x werden durch die elektronische Steuereinheit e) drei Blitzimpulse gleicher Pulsbreite erzeugt für die gilt:

$$t_{SB}(x)_1 + t_{SB}(x)_2 + t_{SB}(x)_3 = t_{BV}(x)$$

[0077] In Einzelbild x + 1 fallen nur zwei Blitzimpulse in die belichtungsempfindliche Zeit des Einzelbildes $t_{BE}(x + 1)$. Dies wird durch die elektronische Steuereinheit e) erkannt und die Pulsbreite des letzten synchronen Blitzimpulses wird verlängert (im Beispiel verdoppelt) um die von der Belichtungsregelung des Kamerasystems b) geforderte Gesamtbelichtungszeit zu erreichen. Somit gilt:

$$t_{SB}(x + 1)_1 + t_{SB}(x + 1)_2 = t_{BV}(x + 1)$$

[0078] In Einzelbild x + 2 fallen zwei synchrone Blitzimpulse mit ihrer vollständigen Pulsbreite in die belichtungsempfindliche Zeit des Einzelbildes $t_{BE}(x + 2)$. Der dritte synchrone Blitzimpuls passt nicht mehr mit seiner ganzen notwendigen Pulsbreite in die belichtungsempfindliche Zeit des Einzelbildes $t_{SB}(x + 2)$. Dies wird durch die elektronische Steuereinheit e) erkannt und der vorhergehende synchrone Blitzimpuls wird um die notwendige Zeit verlängert um die von der Belichtungsregelung des Kamerasystems b) geforderte Gesamtbelichtungszeit zu erreichen. Somit gilt:

$$t_{SB}(x + 2)_1 + t_{SB}(x + 2)_2 + t_{SB}(x + 2)_3 = t_{BV}(x + 2)$$

[0079] Ist kein Triggersignal I_T bzw. ein instabiles Triggersignal I_T vorhanden, erzeugt die Elektronische Steuereinheit e) die in Fig. 14(c) dargestellten Blitzimpulse.

[0080] Darstellung (a) in Fig. 14 zeigt die Zeitspanne t_{BE} in der Helligkeitsinformationen je Einzelbild vom Bildsensor (ba) aufgenommen werden können. Im Beispiel sind 4 aufeinander folgende Einzelbilder dargestellt.

[0081] Darstellung (b) in Fig. 14 zeigt die durch das Triggersignales I_T vorgegebenen erzeugten Blitzimpulse die eine konstante, nicht von t_{BV} abhängige Pulsbreite aufweisen. Es ist zu erkennen, dass die durch die Blitzimpulse eingebrachte Lichtmenge in jedem der 4 Einzelbilder eine unterschiedliche ist. Im vierten Einzelbild ist die Lichtmenge sogar Null.

[0082] Dies führt zu unterschiedlich stark belichteten Einzelbildern und damit zu Helligkeitsschwankungen

im Videobild. Das durch DE 699 18 460 T2 offenbarte Verfahren würde ein Triggersignal für die Blitzimpulse durch eine Standard-Generatorschaltung bereitstellen. Diese Standard-Generatorschaltung ist laut Offenbarung von DE 699 18 460 T2 nicht mit dem Kamerasystem synchronisiert. Die durch diese Generatorschaltung erzeugten Blitzimpulse führen somit auch zu Helligkeitsschwankungen im Videobild.

[0083] Darstellung (c) in Fig. 14 zeigt nun die von der elektronischen Steuereinheit e) der vorliegenden Erfindung synchron und asynchron zum periodischen Vorgang a) erzeugte Blitzimpulse. Die Pulsbreite t_{SB} und t_{AB} der Blitzimpulse wird durch die elektronische Steuereinheit e) so gewählt, dass die Summe der Pulsbreiten der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild genau der von der Belichtungsregelung des Kamerasystems b) vorgegebenen Belichtungszeit für das Einzelbild (t_{BV}) entspricht. Geht man beispielhaft davon aus, dass das Kamerasystem b) für alle 4 aufeinander folgende Einzelbilder dieselbe Belichtungszeit vorgibt

$$(t_{BV}(x) = t_{BV}(x + 1) = t_{BV}(x + 2) = t_{BV}(x + 3))$$

würde folgendes gelten:

$$t_{SB}(x)_1 + t_{SB}(x)_2 + t_{SB}(x)_3 = t_{SB}(x + 1)_1 + t_{SB}(x + 1)_2 + t_{AB}(x + 1) = t_{SB}(x + 2)_1 + t_{AB}(x + 2) = t_{AB}(x + 3)$$

[0084] Die eingebrachte Lichtmenge pro Einzelbild ist folglich identisch, womit alle Einzelbilder gleich stark belichtet sind und damit keine Helligkeitsschwankungen im Videobild auftreten. Ein asynchroner Blitzimpuls wird immer dann erzeugt, wenn die noch verbleibende belichtungsempfindliche Zeit für das aktuelle Einzelbild der noch notwendigen verbleibenden Belichtungszeit für das aktuelle Einzelbild entspricht. Dann wird ein Blitzimpuls erzeugt, der bis zum Ende der Zeitspanne t_{BE} in der Helligkeitsinformationen je Einzelbild vom Bildsensor ba) aufgenommen werden kann, aktiv ist. Damit wird gewährleistet, dass kein Einzelbild in der Summe kürzer belichtet wird als die anderen, auch dann nicht, wenn kein Triggersignal I_T anliegt. Durch dieses Verfahren erhält man auch dann ein Videobild ohne Helligkeitsschwankungen wenn kein oder ein instabiles Triggersignal I_T anliegt. Die vorliegende Erfindung gewährleistet somit sowohl bei einem stabilen, nicht stabilen und nicht vorhandenen Triggersignal I_T Videobilder ohne Helligkeitsschwankungen. Weiterhin werden bei der vorliegenden Erfindung keine synchronen Blitzimpulse vollständig unterdrückt, was die Wahrscheinlichkeit auf dunkle bzw. nachverstärkte Videobilder verringert. Die Kamerabelichtungsregelung ist ferner gemäß der vorliegenden Erfindung vorzugsweise aktiv, wodurch die Helligkeit des Videobildes immer optimal ausgeregelt wird.

[0085] Alle in der Beschreibung, den Ausführungsbeispielen und den nachfolgenden Ansprüchen dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1	stroboskopische Lichtquelle (Beleuchtungseinrichtung mit Steuerungsanordnung, wobei Beleuchtungseinrichtung bspw. in Form von LED oder Blitzlampe)
2	Kamera-Steuergerät
3	Kamerakopf
4	Mikrofon
5	Lichtleiter
6	optische Einrichtung (bspw. Endoskop)
8	Beleuchtungskopf
9	Anzeige- und Auswerteeinheit
10	LCD-Display
11	Bildsensor
a	beleuchtet periodischer Vorgang
b	Kamerasystem
ba	Bildsensor
bb	Wandlereinheit
c	Anzeigeeinheit
d	Triggereinheit
da	Mikrofon
db	Signalverarbeitungseinrichtung
e	elektronische Steuereinheit
ea	Gesamtbelichtungszeitmeseinheit
eb	Vorgabebelichtungszeitmeseinheit
ec	Frequenzmeseinrichtung
ee	Synchronisationseinrichtung
f	Treiberschaltung
g	Beleuchtungseinheit
h	Belichtungsregelungssignalerzeugungseinrichtung
VS	vertikales Synchronisationssignal
SHT _{Kamera}	shutter-Signal

Patentansprüche

1. Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge unter Verwendung einer Anordnung zur Ansteuerung einer Beleuchtungseinrichtung gekoppelt mit einem CCD- oder CMOS-Kamerasystem zur stroboskopischen Beobachtung von sich wiederholenden Vorgängen, die eine Anzeigeeinheit, eine Triggereinrichtung, eine elektronische Steuereinheit und eine Treiberschaltung in der Art betreibt, dass ein Bildsensor des Kamerasystems über einen definierten Zeitraum je Einzelbild in der Lage ist Helligkeitsinformationen aufzunehmen, **dadurch gekennzeichnet,**

- dass Blitzimpulse von der elektronischen Steuereinheit in der Art erzeugt werden, dass die Summe der Dauer der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild gleich ist, in dem die Pulsbreite der Blitzimpulse variiert wird, und
- dass, wenn kein oder ein instabiles Triggersignal anliegt, zur Grundfrequenz asynchrone Blitzimpulse erzeugt werden.

2. Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich ein einzelner synchroner oder asynchroner Blitzimpuls selber aus einer Folge von mehreren kürzeren Blitzimpulsen zusammensetzt, die in der Summe der erforderlichen variablen Pulsbreite des synchronen oder asynchronen Einzelblitzimpulses entsprechen.

3. Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenn eine Belichtungsregelung des Kamerasystems aktiv ist, die Blitzimpulse von der elektronischen Steuereinheit in der Art erzeugt werden, dass die Summe der Dauer der einzelnen Blitzimpulse je Einzelbild der vom Kamerasystem vorgegebenen Belichtungszeit für das Einzelbild entspricht.

4. Verfahren zur stroboskopischen Untersuchung sich wiederholender Vorgänge gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Belichtungsregelungssignal des Kamerasystems nicht dem Bildsensor zugeführt wird und das Belichtungsregelungssignal als Belichtungsvorgabe für die gewünschte Belichtungszeit je Einzelbild der elektronischen Steuereinheit dient.

5. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens gemäß Anspruch 1, 2, 3 oder 4 bestehend aus einer stroboskopischen Lichtquelle (1), einem Steuergerät (2) mit einem Kamerakopf (3), einem Mikrofon (4), einem Lichtleiter (5) und einer optischen Einrichtung (6), wobei die stroboskopische Lichtquelle (1) mit dem Steuergerät (2) Signal-leitend in Verbindung steht, und der Kamerakopf (3) auf die optische Einrichtung (6) aufgesetzt ist, wobei der Kamerakopf (3) sowie das Mikrofon (4) Signal-leitend mit dem Steuergerät (2) in Verbindung steht und die optische Einrichtung (6) über den Lichtleiter (5) mit der Lichtquelle (1) verbunden ist.

6. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die stroboskopische Lichtquelle (1) in das Steuergerät (2) integriert ist, wobei der Kamerakopf (3) und das Mikrofon (4) Signal-leitend und die optische Einrichtung (6) in Form eines Endoskops über den Lichtleiter (5) mit dem Steuergerät (2) verbunden sind.

7. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die stroboskopische Lichtquelle (1) einen externen, von dem Steuergerät (2) getrennten Beleuchtungskopf (8), welcher zwischen dem Endoskop und dem Kamerakopf (3) angeordnet ist, aufweist, welcher Signal-leitend mit dem Steuergerät (2) mit stroboskopischer Lichtquelle (1) in Verbindung steht und Signal-leitende Verbindungen vom Kamerakopf (3) und vom Beleuchtungskopf (8) zum Steuergerät (2) mit stroboskopischer Lichtquelle (1) bestehen.

8. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beleuchtungskopf (8) direkt im Endoskop (6) integriert ist.

9. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mikrofon (4) in dem Kamerakopf (3) integriert ist.

10. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beleuchtungskopf (8) mit dem Kamerakopf (3) mit integriertem Mikrofon (4) elektrisch verbunden ist, wobei eine Signal-leitende Verbindung von dem Steuergerät (2) zum Kamerakopf (3) führt.

11. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beleuchtungskopf (8), der Kamerakopf (3) und das Mikrofon (4) in dem Endoskop (6) zu einem einzigen endoskopischen Anwendungsteil angeordnet sind, so dass ein Signal-leitende Verbindung zum Steuergerät (2) führt.

12. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Beleuchtungskopf (8), der Kamerakopf (3) und das Mikrofon (4) in dem Endoskop (6) zu einem einzigen endoskopischen Anwendungsteil angeordnet sind, wobei ein Signal-leitende Funk-Verbindung zum Steuergerät (2) führt.

13. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das endoskopische Anwendungsteil mit einer Anzeige- und Auswertungsseinheit (9) verbindbar ist, wobei das endoskopische Anwendungsteil neben dem Bildsensor (11), dem Mikrofon (4) und der Beleuchtungseinrichtung (LED oder Blitzlampe) auch die Kameraelektronik und die Blitzlichtsteuerung enthält, so dass der Anzeige- und Auswertungsseinheit (9) über eine USB- oder IEEE-Schnittstelle fertige Video- und Messdaten zuführbar sind.

14. Anordnung zur Untersuchung von Stimmlippen gemäß Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**

net, dass die Anzeige- und Auswertungseinheit (9) in Form eines LCD-Displays (10) ausgeführt ist.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

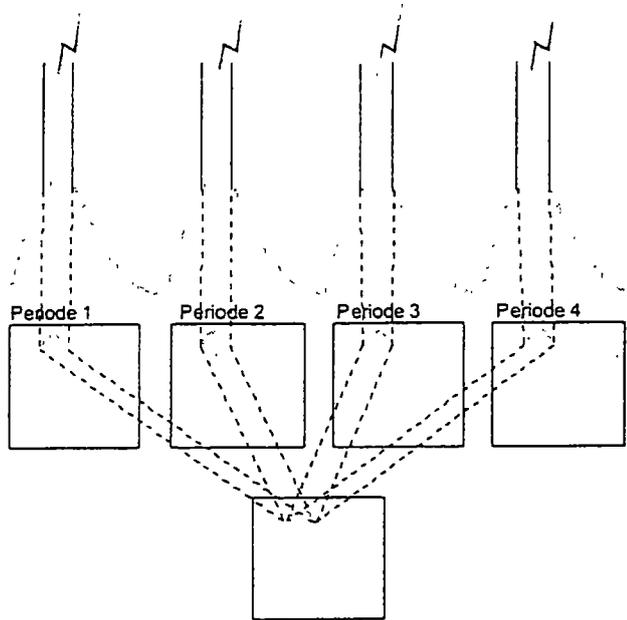


Fig. 1

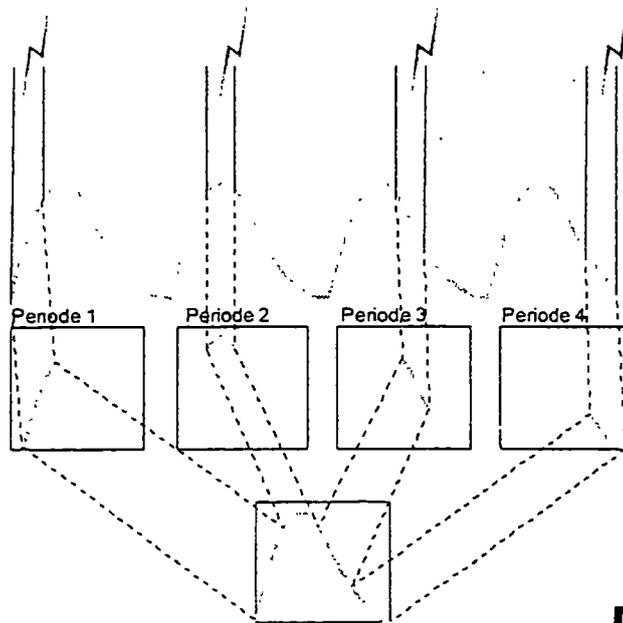


Fig. 2

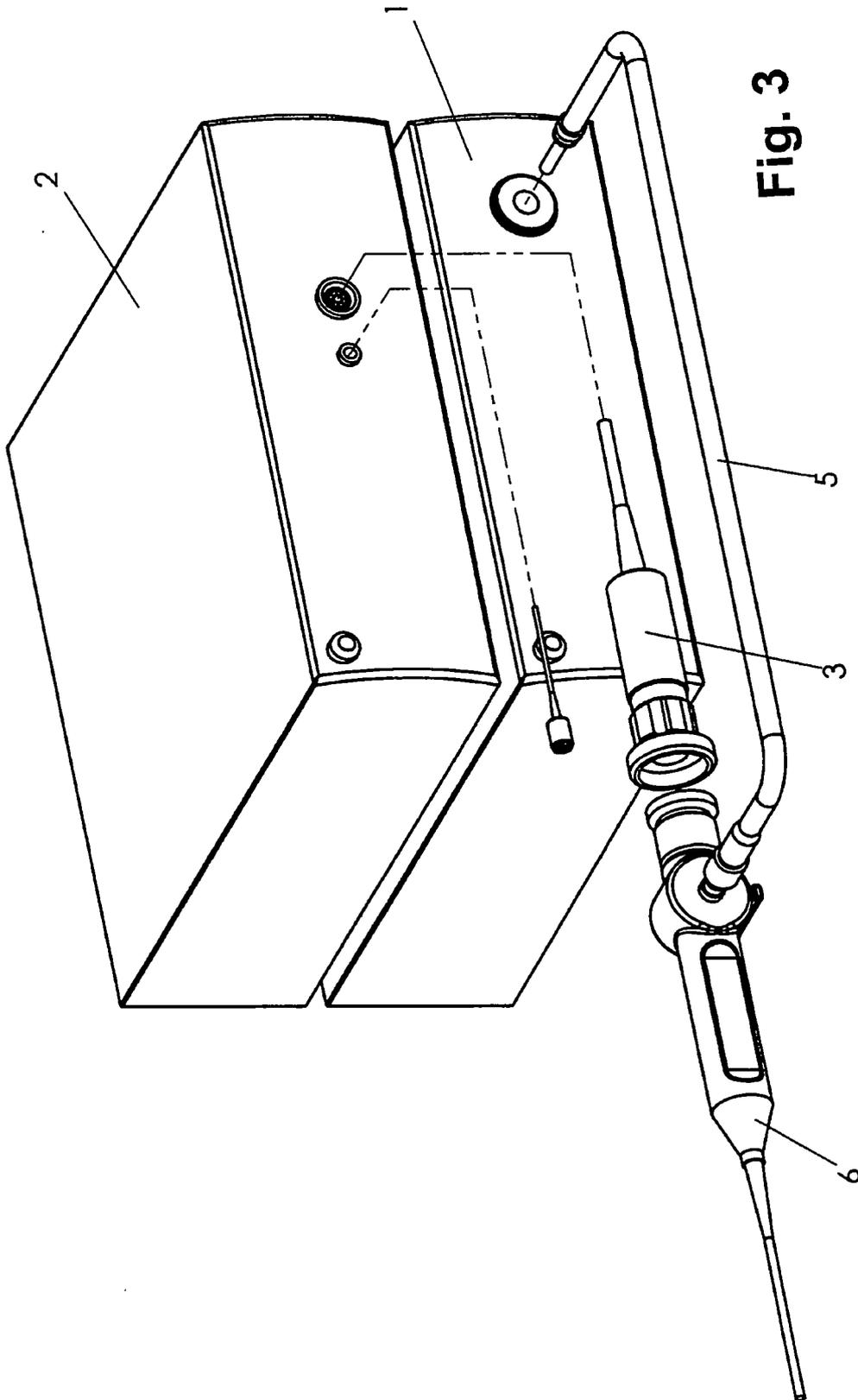


Fig. 3

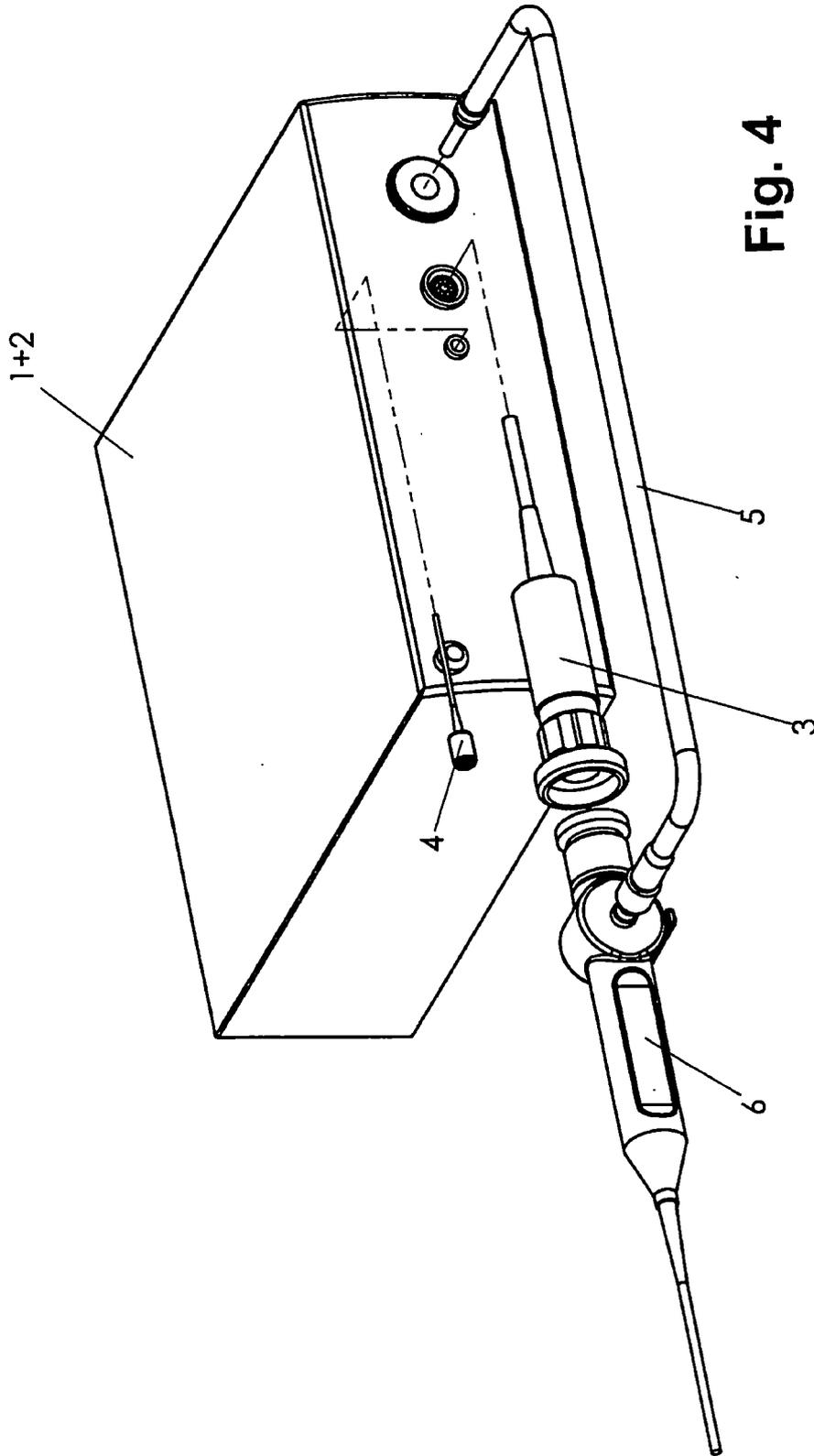


Fig. 4

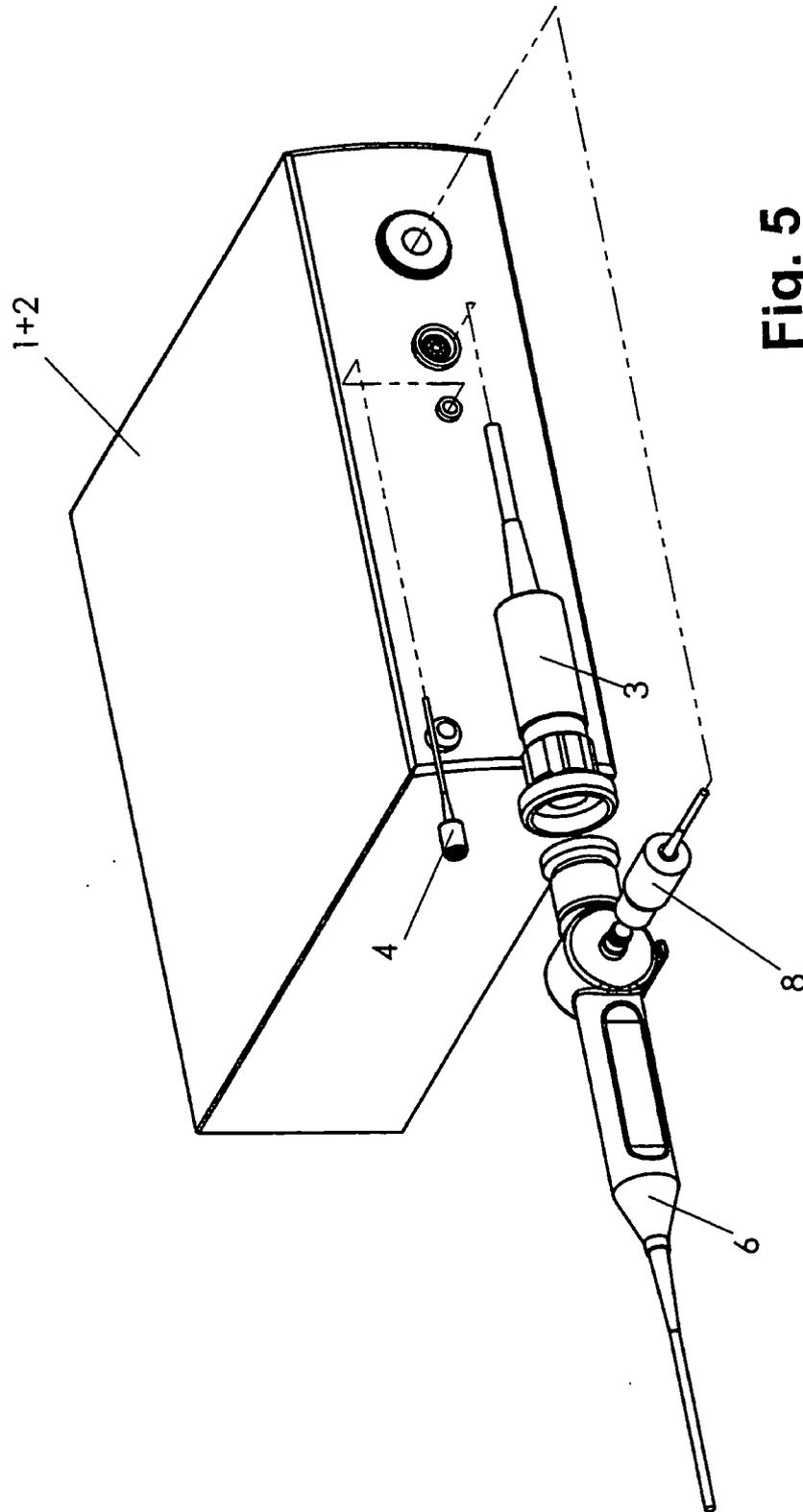


Fig. 5

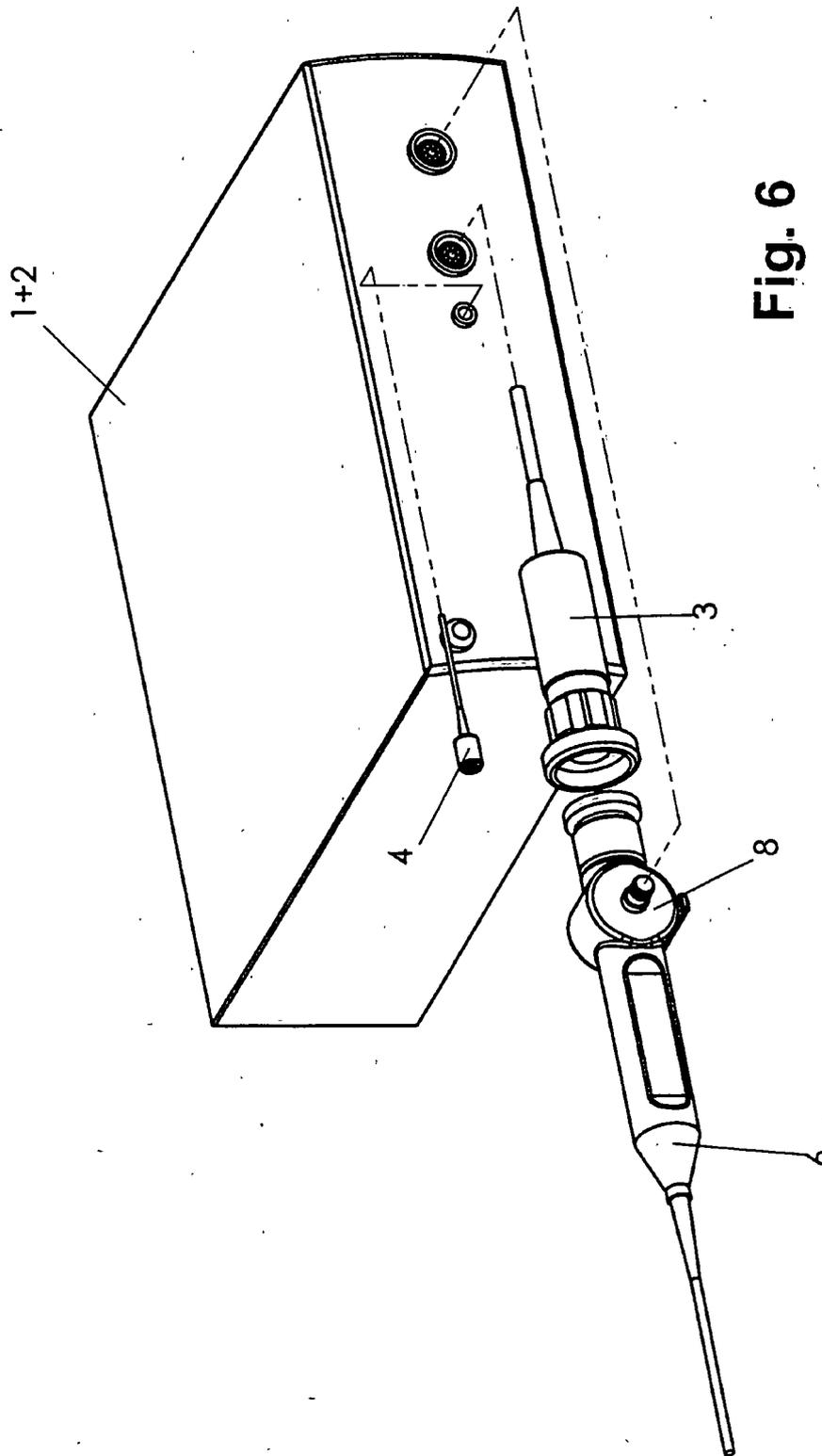


Fig. 6

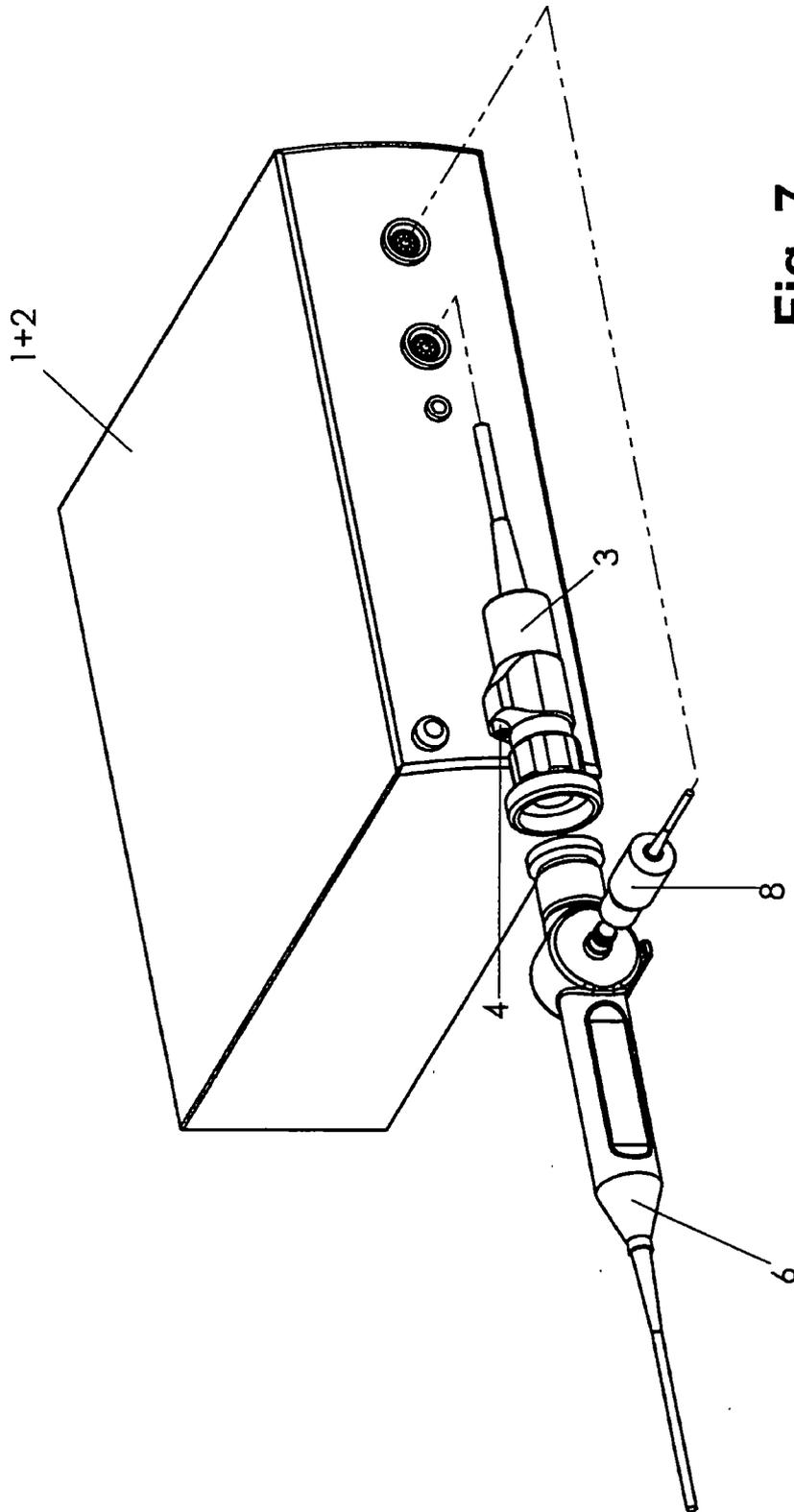


Fig. 7

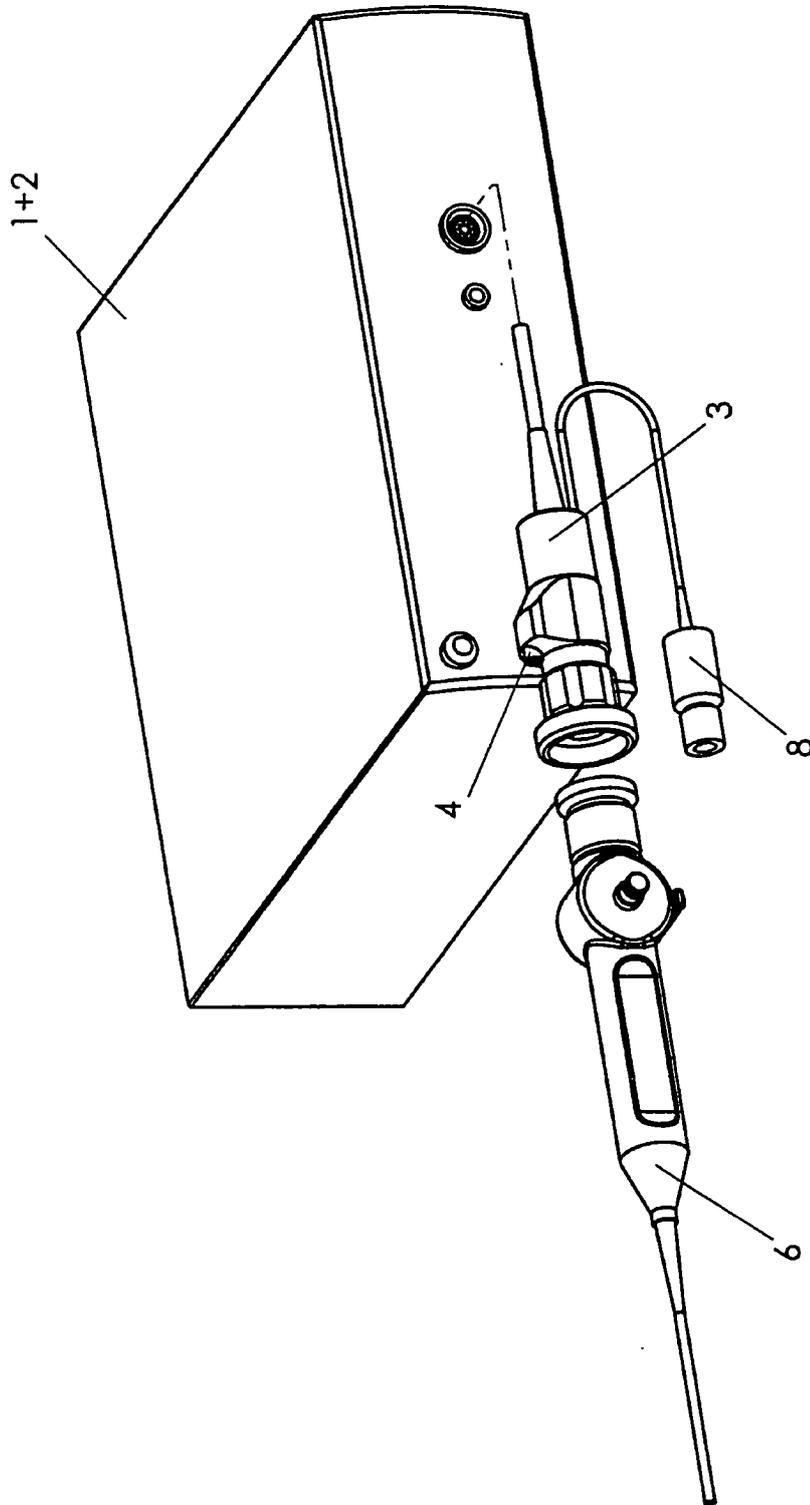


Fig. 8

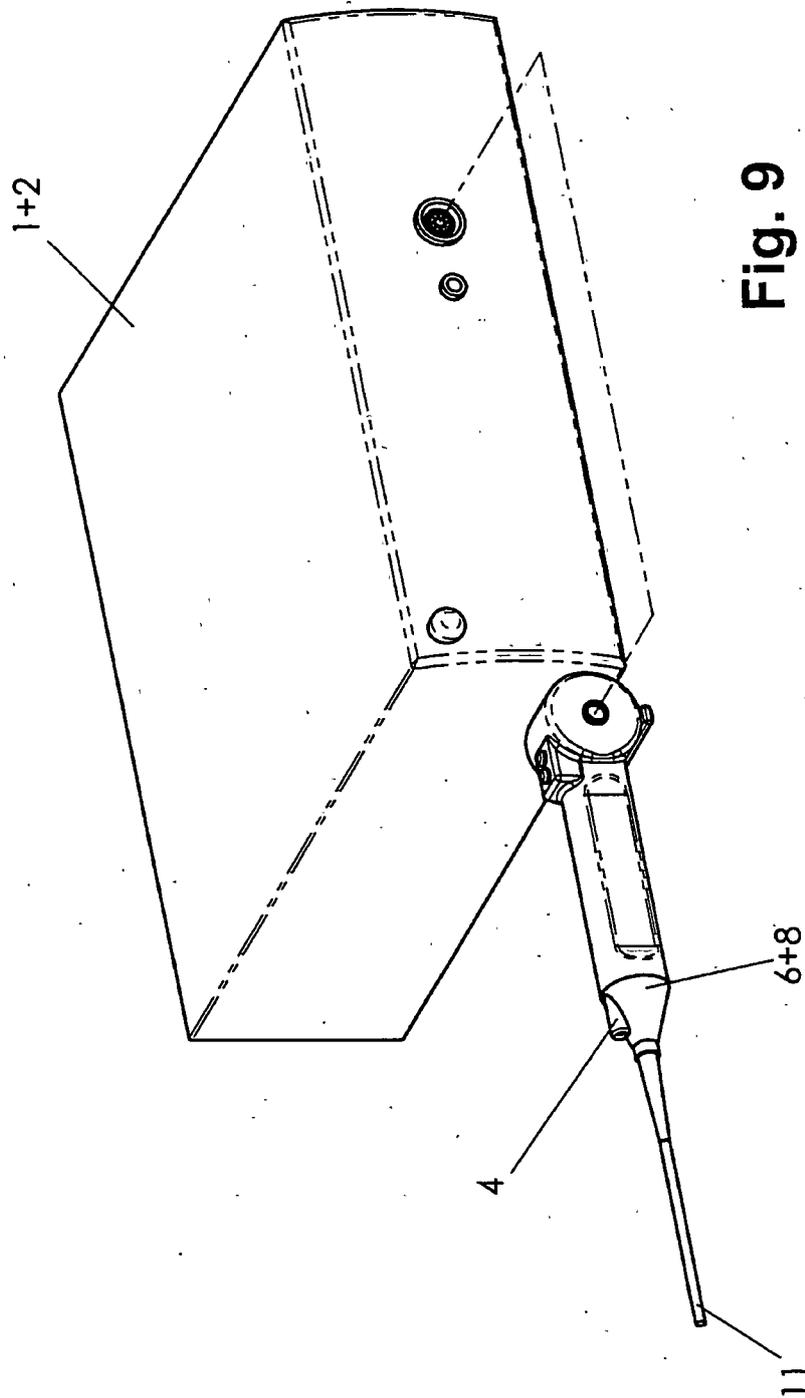


Fig. 9

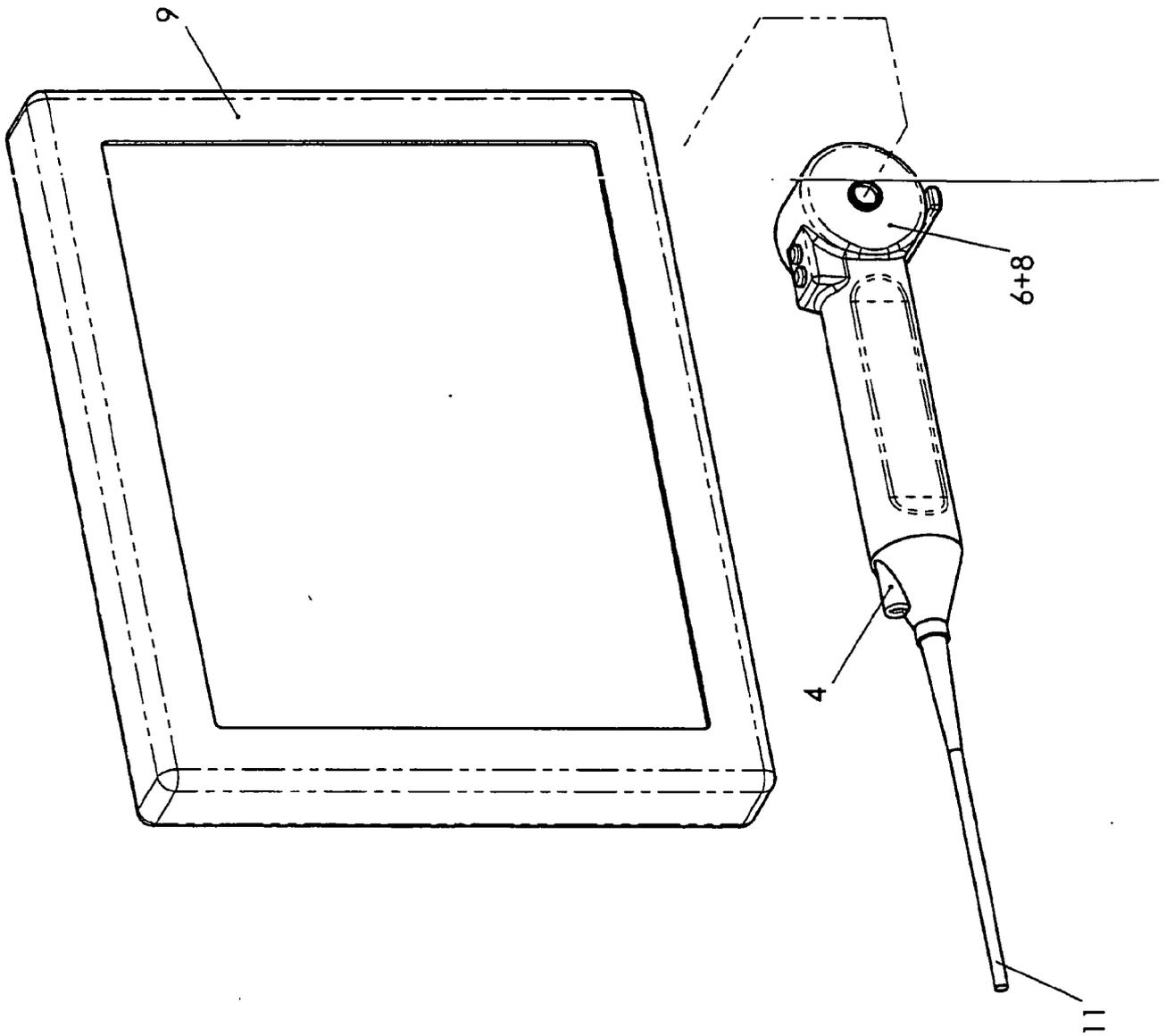


Fig. 10

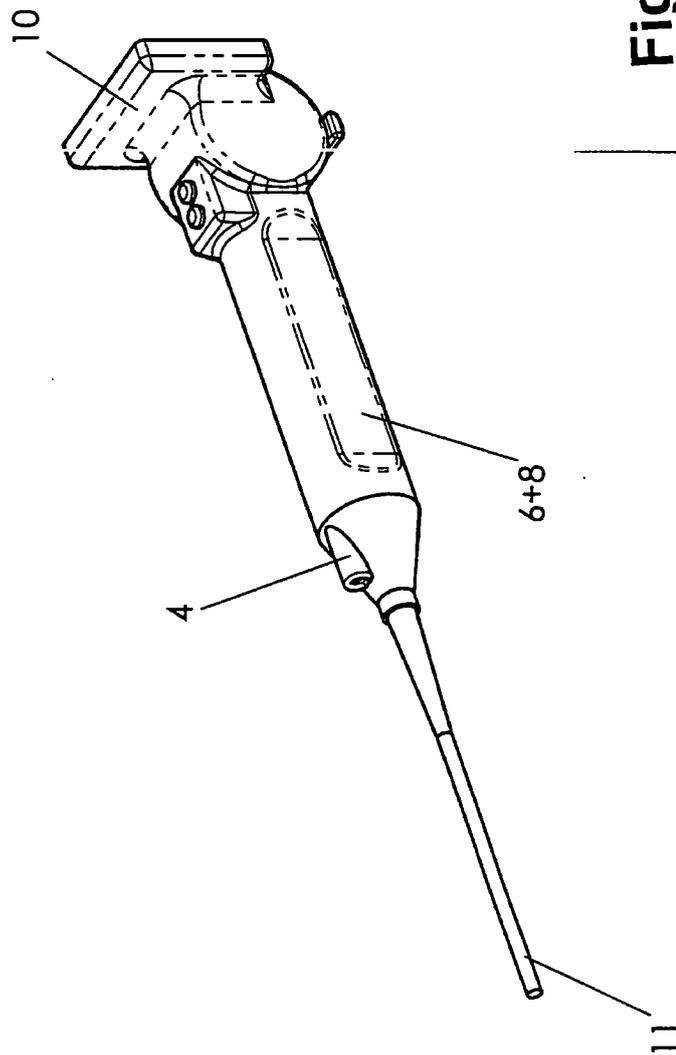


Fig. 11

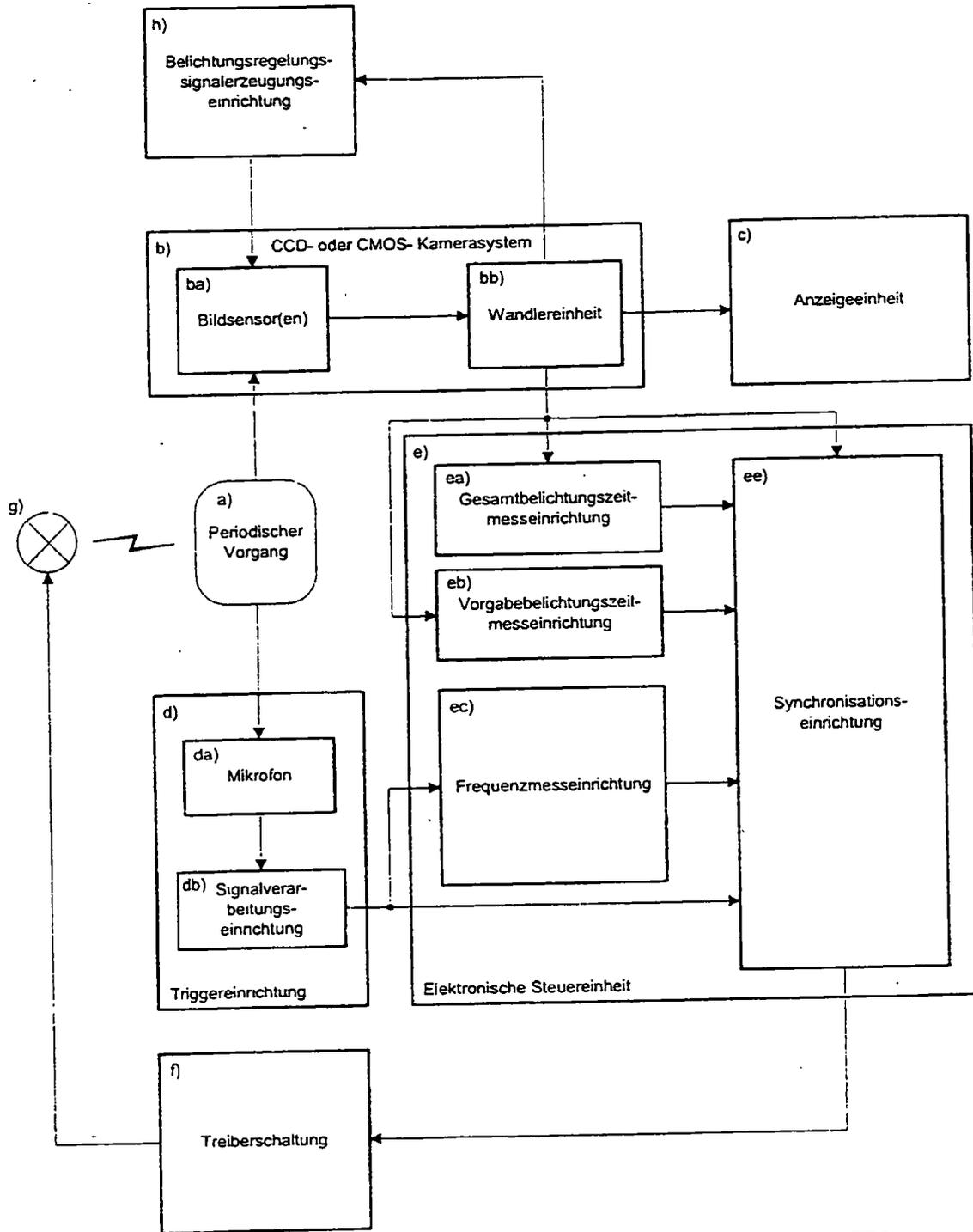


Fig. 12

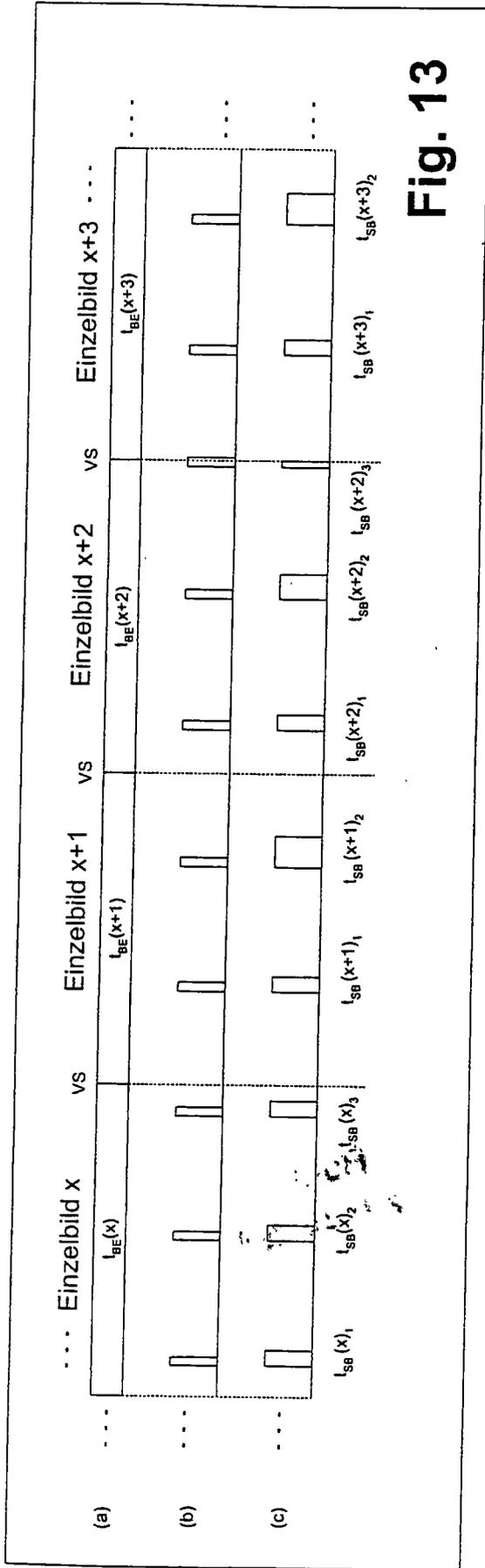


Fig. 13

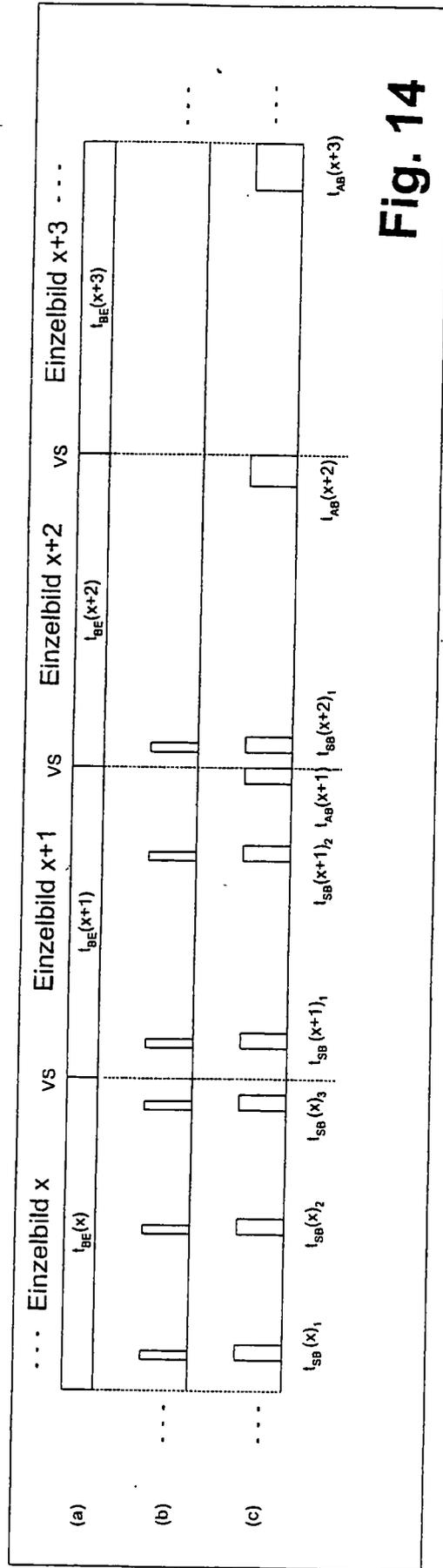


Fig. 14