

(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  
4. November 2010 (04.11.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2010/124685 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
G01N 21/27 (2006.01)

(74) Anwalt: **HELLMICH, Wolfgang**; Lortzingstr. 9, 81241 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2010/050018

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. April 2010 (14.04.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2009 018 620.4  
27. April 2009 (27.04.2009) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CAREFUSION GERMANY 234 GMBH** [DE/DE]; Leibnizstraße 7, 97204 Höchberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHERER, Helmut** [DE/DE]; c/o Leibnizstraße 7, 97204 Höchberg (DE). **SCHRADER, Dieter** [DE/DE]; c/o Leibnizstraße 7, 97204 Höchberg (DE). **MENNINGER, Stefan** [DE/DE]; c/o Leibnizstraße 7, 97204 Höchberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATION AND EVALUATION CIRCUIT, MEASURING DEVICE AND METHOD FOR MEASURING THE CONCENTRATION OF A GAS

(54) Bezeichnung : ANSTEUER- UND AUSWERTESCHALTUNG, MESSGERÄT SOWIE VERFAHREN ZUM MESSEN DER KONZENTRATION EINES GASES

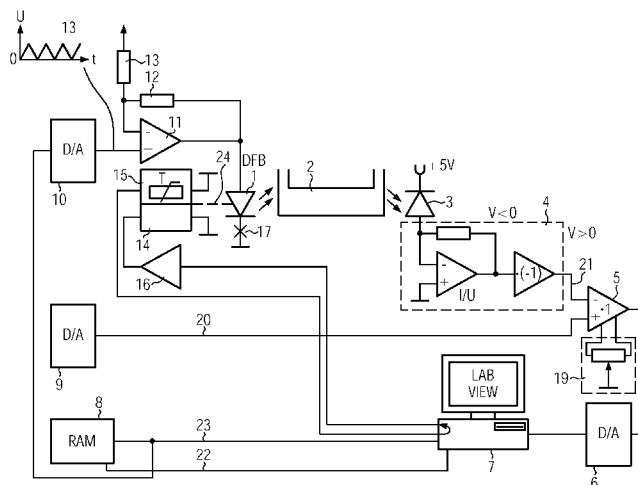


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to an actuation and evaluation circuit for a laser diode (1) and a photodiode (3) for determining the concentration of a gas. The laser diode can generate light in the range of an absorption line of the gas. The circuit comprises a driver (10, 11, 12, 13) for generating a driver signal (17) for the laser diode (1), an assembly (8, 9) for generating a reference signal (20), and a subtractor (5) for subtracting the reference signal (20) from the signal (21) supplied by the photodiode. The invention further relates to a measuring device for determining the concentration of a gas by way of such an actuation and evaluation circuit. Finally, the invention relates to a corresponding method.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/124685 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Die Erfindung betrifft Ansteuer- und Auswerteschaltung für eine Laserdiode (1) und eine Fotodiode (3) zur Bestimmung der Konzentration eines Gases. Die Laserdiode kann Licht im Bereich einer Absorptionslinie des Gases erzeugen. Die Schaltung enthält einen Treiber (10, 11, 12, 13) zur Erzeugung eines Treibersignals (17) für die Laserdiode (1), eine Baugruppe (8, 9) zur Erzeugung eines Referenzsignals (20) und einen Subtrahierer (5) zum Subtrahieren des Referenzsignals (20) von dem von der Fotodiode gelieferten Signal (21). Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Messgerät zur Bestimmung der Konzentration eines Gases mit einer solchen Ansteuer- und Auswerteschaltung. Schließlich betrifft die Erfindung ein entsprechendes Verfahren.

## **Ansteuer- und Auswerteschaltung, Messgerät sowie Verfahren zum Messen der Konzentration eines Gases**

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet von Ansteuer- und Auswerteschaltungen der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Art, Messgeräte mit einer  
5 solchen Schaltung sowie Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 9 genannten Art.

Die Erfindung bezieht sich auf die Bestimmung der Konzentration eines oder mehrerer Gase durch Transmissionsmessung. Insbesondere wird durch die Transmissionsmessung die Absorption einer Absorptionslinie des bzw. jedes Gases  
10 bestimmt und hieraus auf die Konzentration des beziehungsweise jedes der Gase geschlossen.

Im Stand der Technik sind verschiedene Messanordnungen und -verfahren bekannt, bei denen aufgrund der Absorption einer Absorptionslinie eines Gases auf die Konzentration des Gases in einem Messvolumen geschlossen wird. Im Prinzip  
15 können diese Verfahren auch zur Analyse von Gasgemischen verwendet werden, wobei für jedes Gas mindestens eine Messung in einer Absorptionslinie erfolgen muss und idealerweise jede Absorptionslinie in einem anderen Bereich des Lichtspektrums liegen sollte. Im folgenden werden wir uns auf die Bestimmung der Konzentration eines einzigen Gases, beispielsweise O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, He oder N<sub>2</sub> in Luft  
20 beschränken. Bei Gasen, die natürlicherweise in nennenswerten Umfang in natürlicher Luft vorkommen, also O<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>, eventuell auch CO<sub>2</sub>, wird unter Konzentration die absolut vorhandene Gasmenge verstanden. Medizintechnische Messverfahren, bei denen die Konzentration der oben genannten Gase gemessen wird, sind u. a. in der EP 1772098 A1 (VI11P) beschrieben.

25 Zur Bestimmung der Absorption kann man beispielsweise in ein Messvolumen gechopptes oder pulsierendes Licht mit einem möglichst hohen Anteil im Bereich einer Absorptionslinie des zu messenden Gases einstrahlen. Durch die Absorption wird das Gas im Messvolumen periodisch erwärmt, wodurch zunächst Temperaturunterschiede, als Folge davon Druckunterschiede, und damit Schall  
30 entsteht. Je lauter der Schall, desto höher ist die Konzentration des Gases.

Bei anderen Messverfahren wird das Licht durch eine breitbandige Lichtquelle erzeugt und das durch ein Messvolumen transmittierte Licht durch eine Fotodiode gemessen. Problematisch an diesem Aufbau ist, dass auch das Licht neben der Absorptionslinie zum Quantenrauschen in der Fotodiode beiträgt. Bekanntermaßen steigt das Quantenrauschen proportional der Wurzel aus dem Fotostrom an. Deshalb funktioniert ein solcher Aufbau abgesehen von Querempfindlichkeiten zu anderen Gasen nur mit einem optischen Filter, das den Spektralbereich des Lichts auf den Bereich um eine Absorptionslinie oder ein Absorptionsband herum einschränkt. Andernfalls ist die relative Änderung des Fotodiodenstroms durch die Absorption zu gering. Je weniger Licht das optische Filter neben der Absorptionslinie durchlässt, desto besser funktioniert dieses Verfahren.

Kürzlich sind durchstimbare Halbleiterlaser auf den Markt gekommen, deren Linienbreite deutlich schmaler als die typische Absorptionslinie eines hier interessierenden Gases von ca 1 nm ist, und deren Laserlinie um mehr als 1 nm durch die Stärke des durch den Halbleiterlaser fließenden Stromes verändert werden kann. Die Veränderung der Laserlinie ist insbesondere über eine Änderung des Brechungsindex auf eine höhere Temperatur des Halbleiterkristalls zurückzuführen. Die Brechungsindexänderung hat einen ca 20-fach stärkeren Einfluss auf die Wellenlänge als die Änderung der räumlichen Ausdehnung des Halbleiterkristalls bei gleicher Temperaturänderung. Solche Halbleiterlaser werden für Analysen in der Raumfahrt, insbesondere bei Expeditionen zu anderen Planeten, eingesetzt. Um die Absorption des zu messenden Gases zu bestimmen, muss die stark nichtlineare Kennlinie des Halbleiterlasers durch einen Fit aus den Messpunkten herausgerechnet werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung eine Ansteuer- und Auswerteschaltung sowie ein entsprechendes Verfahren anzugeben, das auf irdische Verhältnisse abgestimmt ist.

Diese Aufgabe wird durch die Lehre der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Insbesondere wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass ein Referenzsignal von dem von einer Fotodiode aufgenommenen Transmissionssignal abgezogen wird. Hierdurch wird die nichtlineare Kennlinie des Halbleiterlasers auf überraschend einfache Weise kompensiert. Das möglicherweise geringfügig höhere Gewicht spielt auf der Erde keine Rolle.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

In vorteilhafter Weise kann ein digitalen Speicher zur Speicherung einer Kennlinie eingesetzt werden.

5 Aufgrund der guten Dynamik und einfachen Bauweise von analogen Subtrahierern wird die Subtraktion des Transmissionssignals vom Referenzsignal analog durchgeführt. Der hierfür erforderliche Digital-Analog-Wandler ist billiger als ein entsprechender Analog-Digital-Wandler und stellt somit kein gewichtiges Argument gegen eine analoge Subtraktion dar.

10 Eine analoge Addition eines Offsets zu dem von einem zweiten Digital-Analog-Wandler gelieferten Signals zur Erzeugung eines analogen Signals zur Ansteuerung des Halbleiterlasers hält den Dynamikbereich und damit die Kosten des zweiten Digital-Analog-Wandlers gering.

Die Adressleitungen des digitalen Speichers zur Speicherung einer Kennlinie  
15 können in vorteilhafter Weise mit den digitalen Eingängen des zweiten Digital-Analog-Wandlers verbunden sein. Dies reduziert die Komplexität der erforderlichen Steuersignale.

Ein symmetrisches Sägezahnsignal an den digitalen Eingängen des zweiten Digital-Analog-Wandlers sorgt für eine gleichmäßige Erwärmung und Abkühlung des  
20 Halbleiterkristalls des Lasers und damit für ein gleichmäßiges Durchfahren der Absorptionslinie des zu messenden Gases.

Durch Integration des Ausgangssignal des Subtrahierers entweder über eine Periode des Treibersignals oder die Zeitdauer von einem Minimum bis zu einem Maximum des Treibersignals oder die Zeitdauer von einem Maximum bis zu einem  
25 Minimum des Treibersignals erhält man auf einfache Weise die Fläche unter der Absorptionslinie des zu messenden Gases und damit ein Maß für die Konzentration des zu messenden Gases.

Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Prinzipschaltplan der erfindungsgemäßen Ansteuer- und Auswerteschaltung.

Figur 1 zeigt einen Prinzipschaltplan der erfindungsgemäßen Ansteuer- und Auswerteschaltung. Das zu messende Gas befindet sich möglicherweise zusammen mit anderen Gasen in einer Küvette 2. Pneumatische Anschlüsse an der Küvette ermöglichen einen Gasaustausch in der Küvette 2. Licht im Bereich einer Absorptionslinie des zu messenden Gases wird durch einen DFB-Halbleiterlaser 1 (DFB: distributed feedback) erzeugt. Transmittiertes Licht wird durch eine Fotodiode 3 in einen elektrischen Strom gewandelt. Ein Strom-Spannungs-Wandler 4 wandelt den von der Fotodiode 3 gelieferten Strom in eine Spannung. Fachleuten ist bekannt, dass ein Strom-Spannung-Wandler 4 einen durch einen Widerstand rückgekoppelten Operationsverstärker und, falls erforderlich, einen Inverter enthalten kann. Das Ausgangssignal des Strom-Spannung-Wandlers 4 wird als Transmissionssignal 21 bezeichnet.

Ein Subtrahierer 5 subtrahiert das Transmissionssignal 21 von einem Referenzsignal 20. Der Subtrahierer liefert ein Differenzsignal, das einem Analog-Digital-Wandler 6 zugeführt wird. Der Analog-Digital-Wandler 6 tastet mit einer Frequenz von 5 bis 10 kHz ab. Der Subtrahierer 5 kann einen Offset-Abgleich 19 aufweisen, um den Dynamikbereich des Analog-Digital-Wandlers 6 optimal zu nutzen und die erforderliche Auflösung und damit die Kosten des Analog-Digital-Wandlers 6 gering zu halten. Das digitale Ausgangssignal des Analog-Digital-Wandlers 6 kann einem Computer 7 oder einem Mikroprozessor zugeführt werden.

Der Computer 7 oder ein Mikroprozessor erzeugt ein digitales Steuersignal, das sowohl den Adresseingängen des Speichers 8, als auch dem Digital-Analog-Wandler 10 zugeführt wird. Das Steuersignal hat beispielsweise einen periodischen, insbesondere symmetrischen, sägezahnförmigen zeitlichen Verlauf und eine Frequenz von 5 Hz. Der Digital-Analog-Wandler 10 erzeugt aus dem digitalen Steuersignal ein analoges Steuersignal, zu dem der Differenzverstärker 11 im Zusammenwirken mit den Widerständen 12 und 13 einen ersten Offset addiert. Dieser erste Offset stimmt den Halbleiterlaser 1 grob auf die zu messende Absorptionslinie ab, so dass der Halbleiterlaser 1 bei der minimalen Ausgangsspannung des Digital-Analog-Wandlers 10 Licht mit einer Frequenz

oberhalb der Absorptionslinie und bei maximaler Ausgangsspannung des Digital-Analog-Wandlers 10 Licht mit einer Frequenz unterhalb der Absorptionslinie erzeugt. Man kann den ersten Offset auch so einstellen, dass bei einem Steuersignal gleich dem arithmetische Mittel aus minimalem und maximalem Steuersignal Laserlicht 5 erzeugt wird, dessen Frequenz dem Maximum der Absorptionslinie entspricht. Auf diese Art und Weise wird die Dynamik des Digital-Analog-Wandlers 10 optimal genutzt. Im übrigen übernimmt der Differenzverstärker 11 auch die Funktion eines Leistungsverstärkers, so dass insbesondere genügend Strom für den Halbleiterlaser 1 zur Verfügung gestellt wird. Der Strom durch den Halbleiterlaser wird auch als 10 Treibersignal 17 bezeichnet.

Bei einer Änderung des Stroms durch den Halbleiterlaser 1 ändert sich nicht nur die Frequenz des emittierten Lichts, was bei dieser Anwendung erwünscht ist, sondern es ändert sich auch die Intensität des emittierten Lichts, was irgendwie kompensiert werden muss. Erfindungsgemäß erfolgt diese Kompensation durch den Speicher 8. 15 In den Speicherzellen des Speichers 8 sind geeignete Werte abgelegt, die dem Transmissionssignal 21 bei einer Nullkonzentration des zu messenden Gases entsprechen, so dass das Differenzsignal am Ausgang des Subtrahierers 5 möglichst null ist.

Unter Nullkonzentration kann die Konzentration verstanden werden, die das zu 20 messende Gas in der Umgebungsluft hat. Diese Konzentration ist insbesondere für die Gase  $N_2$  und  $O_2$  ungleich null. Auch bei  $CO_2$  kann es erforderlich sein, die etwa 0,04% Anteil in der Luft zu berücksichtigen. Diese Definition der Nullkonzentration ermöglicht eine einfache Kalibrierung des Geräts in der Umgebungsluft. Alternativ kann auch eine Gasflasche mit einem Gasgemisch bekannter Zusammensetzung 25 oder eine Kalibrierküvette mit einem eingeschlossenen Testgas zur Kalibrierung verwendet werden.

Der Halbleiterlaser 1 (Hersteller: Nanoplus GmbH, Seriennummer 350/10-23) ist in einem TO5-Gehäuse mittels eines Mounts befestigt. Der Mount enthält ein Peltierelement 14 und einen Thermistor 15. Deshalb stehen das Peltierelement 14 30 und das Gehäuse des Halbleiterlasers 1 in thermischen Kontakt 24, der in der Figur 1 durch eine gestrichelte Linie dargestellt ist. Das Peltierelement wird von einem Treiber 16 angesteuert. In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform schließt der

Computer 7 eine Rückkoppelschleife vom Thermistor 15 über den Treiber 16 zum Peltierelement 14, so dass die Temperatur des Mounts weit gehend konstant gehalten wird und damit insbesondere von Umgebungstemperaturschwankungen unbeeinflusst bleibt. Die Temperatur des Halbleiterlasers 1 selbst weicht von der  
5 Temperatur des Mounts je nach Höhe des Steuersignals mehr oder weniger ab.

Als Speicher 8 kann im Prinzip jeder herkömmliche Speicherbaustein verwendet werden. Allerdings ist ein reines ROM (Read Only Memory) unpraktisch, weil es keine Nachkalibrierung zulässt. Gut geeignet sind beschreibbare, nichtflüchtige Speicher wie beispielsweise EEPROMs (Electrically Erasable Programmable ROM).  
10 In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform wird sogar ein RAM (Random Access Memory) verwendet, in das bei jedem Einschaltvorgang (Booten) über die Datenleitung 22 die Speicherzellen neu geschrieben werden. Üblicherweise weist ein Computer 7 einen nichtflüchtigen Speicher wie beispielsweise eine Festplatte auf. Die Datenleitung 22 ermöglicht eine Nachkalibrierung.

15 Die Auswertung des Differenzsignals erfolgt durch Integration über das n-malige Durchfahren einer Absorptionslinie, wobei n eine natürliche Zahl (1, 2, 3, ...) ist und man ein Integralsignal erhält. Jede fallende und jede steigende Flanke des symmetrischen, sägezahnförmigen Steuersignals entspricht einem Durchfahren der Absorptionslinie. Es wird also über eine Zeit integriert, die eine oder mehrere  
20 steigenden oder/und fallenden Flanken des Steuersignals dauert. Dies kann analog durch einen Integrator erfolgen oder digital durch Aufsummieren der vom Analog-Digital-Wandler 6 gelieferten Abtastwerte. Letzteres ist in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform realisiert. Durch die Integration bzw. das Aufsummieren wird das Rauschen auf ein akzeptables Niveau gedrückt. Das Integralsignal weist eine gute  
25 Proportionalität zur Gaskonzentration, genauer zur Abweichung der Gaskonzentration von der Nullkonzentration auf.

Aufgrund der begrenzten Auflösung der Digital-Analog-Wandler 9 und 10 wird das Differenzsignal mindestens zwischen zwei Werten schwanken, die  $\pm 1/2$  Bit der Auflösung der Digital-Analog-Wandler 9 und 10 entsprechen. Die beiden Werte  
30 können aufgrund der nichtlinearen Kennlinie des Halbleiterlasers 1 von der Höhe des digitalen Steuersignals abhängen. Die Genauigkeit kann bei sonst gleichen Parametern dadurch verbessert werden, dass die im Speicher 8 abgelegten Werte

so berechnet werden, dass das Integralsignal möglichst auch nur um einen Wert schwankt, der  $\pm 1/2$  Bit der Auflösung der Digital-Analog-Wandler 9 und 10 entspricht. An dieser Stelle braucht man nicht bescheiden sein und kann den Bereich des Steuersignals heranziehen, in dem  $\pm 1/2$  Bit zu einem besonders  
5 geringen Differenzsignal führen. Für eine so exakte Kalibrierung wird man die Absorptionslinie deutlich öfter als bei einer normalen Messung durchfahren müssen, um das Rauschen weiter zu senken und die Reporduzierbarkeit zu erhöhen.

Bisher wurde die in Figur 1 dargestellte Ausführungsform nur zur Messung der O<sub>2</sub>-Konzentration bei einer Wellenlänge von 760,26 nm eingesetzt. Es ist angedacht,  
10 Konzentrationen folgender Gase zu bestimmen: CO, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, He, SF<sub>6</sub> und NO.

Die Erfindung wurde zuvor anhand von bevorzugten Ausführungsformen näher erläutert. Für einen Fachmann ist jedoch offensichtlich, dass verschiedene Abwandlungen und Modifikationen gemacht werden können, ohne vom Geist der  
15 Erfindung abzuweichen. Deshalb wird der Schutzbereich durch die nachfolgenden Ansprüche und ihre Äquivalente festgelegt.

**Bezugszeichenliste**

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| 1      | DFB-Laserdiode                      |
| 2      | Küvette                             |
| 3      | Fotodiode                           |
| 5 4    | Strom-Spannungs-Wandler             |
| 5      | Subtrahierer                        |
| 6      | Analog-Digital-Wandler              |
| 7      | Computer                            |
| 8      | Speicher                            |
| 10 9   | Digital-Analog-Wandler              |
| 10     | Digital-Analog-Wandler              |
| 11     | Differenzverstärker                 |
| 12, 13 | Widerstand                          |
| 14     | Peltierelement                      |
| 15 15  | Thermistor                          |
| 16     | Treiber                             |
| 17     | Treibersignal                       |
| 19     | Offset-Abgleich                     |
| 20     | Referenzsignal                      |
| 20 21  | Transmissionssignal (von Fotodiode) |
| 22     | Datenleitung                        |
| 23     | Steuersignal                        |
| 24     | thermischer Kontakt                 |

**Patentansprüche**

1. Ansteuer- und Auswerteschaltung für eine Laserdiode (1) und eine Fotodiode (3) zur Bestimmung der Konzentration eines Gases, wobei die Laserdiode geeignet ist, Licht im Bereich einer Absorptionslinie des Gases zu erzeugen,  
5 mit:  
  
einem Treiber (10, 11, 12, 13) zur Erzeugung eines Treibersignals (17) für die Laserdiode (1);  
  
gekennzeichnet durch  
  
eine Baugruppe (8, 9) zur Erzeugung eines Referenzsignals (20); und  
10 einem Subtrahierer (5) zum Subtrahieren des Referenzsignals (20) von dem von der Fotodiode gelieferten Signal (21).
2. Schaltung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen zur Erzeugung eines Referenzsignals (20) ferner umfasst:  
  
einen digitalen Speicher (8) zur Speicherung einer Kennlinie;  
15 einem ersten Digital-Analog-Wandler (9), der elektrisch so mit dem digitalen Speicher (8) verbunden ist, dass der Digital-Analog-Wandler (9) aus dem digitalen Speicher (8) ausgelesene, digitale Werte erhält und der erste Digital-Analog-Wandler (9) die erhaltenen Werte in das Referenzsignal (20) wandelt.
3. Schaltung gemäß einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der Treiber einen zweiten Digital-Analog-Wandler (10) enthält.
4. Schaltung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Treiber ferner einen Addierer (11, 12, 13) umfasst, der so elektrisch mit dem zweiten Digital-Analog-Wandler (10) verbunden ist, dass dem Addierer (11, 12, 13) das analoge Ausgangssignal des zweiten Digital-Analog-Wandlers (10) zugeführt  
25 wird und der Addierer (11, 12, 13) zu dem analogen Ausgangssignal des zweiten Digital-Analog-Wandlers (10) einen ersten konstanten Offset addieren kann, wobei der Ausgang des Addierers (11, 12, 13) mit der Laserdiode (1) verbindbar ist.

5. Schaltung gemäß Anspruch 4, soweit sich Anspruch 4 mittelbar auf den Anspruch 2 rückbezieht, dadurch gekennzeichnet, dass die Adressleitungen des digitalen Speichers (8) elektrisch mit den digitalen Eingängen des zweiten Digital-Analog-Wandlers (10) verbunden sind.
- 5 6. Schaltung gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass ein Mikroprozessor (7) mit den digitalen Eingängen des zweiten Digital-Analog-Wandlers (10) verbunden ist und an diesen ein symmetrisches Sägezahnsignal anlegen kann.
7. Schaltung gemäß einem der obigen Ansprüche, ferner gekennzeichnet durch  
10 einen Integrator (6, 7), der mit dem Ausgang des Subtrahierers (5) elektrisch verbunden ist, wobei der Integrator geeignet ist, das Ausgangssignal des Subtrahierers (5) entweder über eine Periode des Treibersignals (17) oder die Zeitdauer von einem Minimum bis zu einem Maximum des Treibersignals (17) oder die Zeitdauer von einem Maximum bis zu einem Minimum des  
15 Treibersignals (17) zu integrieren.
8. Messgerät zur Bestimmung der Konzentration eines Gases mit:
- einer Küvette (2), die das Gas enthält;
- eine durchstimmbare Laserdiode (1) zum Erzeugen von Licht im Bereich einer Absorptionslinie des Gases;
- 20 einer Fotodiode (3) zum Erfassen des durch das Gas in der Küvette (2) transmittierten Lichts; und
- einer Schaltung gemäß einem der obigen Ansprüche, die elektrisch mit der Laserdiode (1) und der Fotodiode (3) verbunden ist.
9. Verfahren zum Messen der Konzentration eines Gases mit:
- 25 Erzeugen (1) von Licht in einer Absorptionslinie des Gases;
- Messen (3) des durch einen räumlichen Bereich (2) transmittierten Lichts, wobei sich in dem räumlichen Bereich das Gas befindet, wobei hierdurch ein Transmissionssignal (21) erzeugt wird;

gekennzeichnet durch:

Subtrahieren eines Referenzsignals (20) von dem Transmissionssignal (21) durch einen analogen Subtrahierer (5), um ein Differenzsignal zu erhalten.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, ferner gekennzeichnet durch:

5 Auslesen einer digitalen Darstellung des Referenzsignals (20) aus einem digitalen Speicher (8);

Analog-wandeln der digitalen Darstellung des Referenzsignals (20) in einem ersten Digital-Analog-Wandler (9), um das Referenzsignal (20) zu erhalten.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9 oder 10, ferner gekennzeichnet durch:

10 Analoges Addieren (11, 12, 13) eines ersten konstanten Offsets zu einem analogen Ausgangssignal eines zweiten Digital-Analog-Wandlers (10) um ein Treibersignal (17) zum Ansteuern einer Laserdiode (1) zum Erzeugen des Lichts zu erhalten;

12. Verfahren gemäß Anspruch 11, soweit sich Anspruch 10 auf den Anspruch 9 rückbezieht, ferner gekennzeichnet durch:

Führen der gleichen digitalen Werte auf den Adressleitungen zu dem digitalen Speicher (8) und auf den digitalen Eingängen des zweiten Digital-Analog-Wandlers (10).

13. Verfahren gemäß Anspruch 11 oder 12, ferner gekennzeichnet durch:

20 Erzeugen eines symmetrischen Sägezahnsignals durch einen Mikroprozessor (7) an den digitalen Eingängen des zweiten Digital-Analog-Wandlers (10).

14. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 11 bis 13, ferner gekennzeichnet durch:

25 Integrieren (6, 7) des Differenzsignals entweder über eine Periode des Treibersignals (17) oder die Zeitdauer von einem Minimum bis zu einem Maximum des Treibersignals (17) oder die Zeitdauer von einem Maximum bis zu einem Minimum des Treibersignals (17).

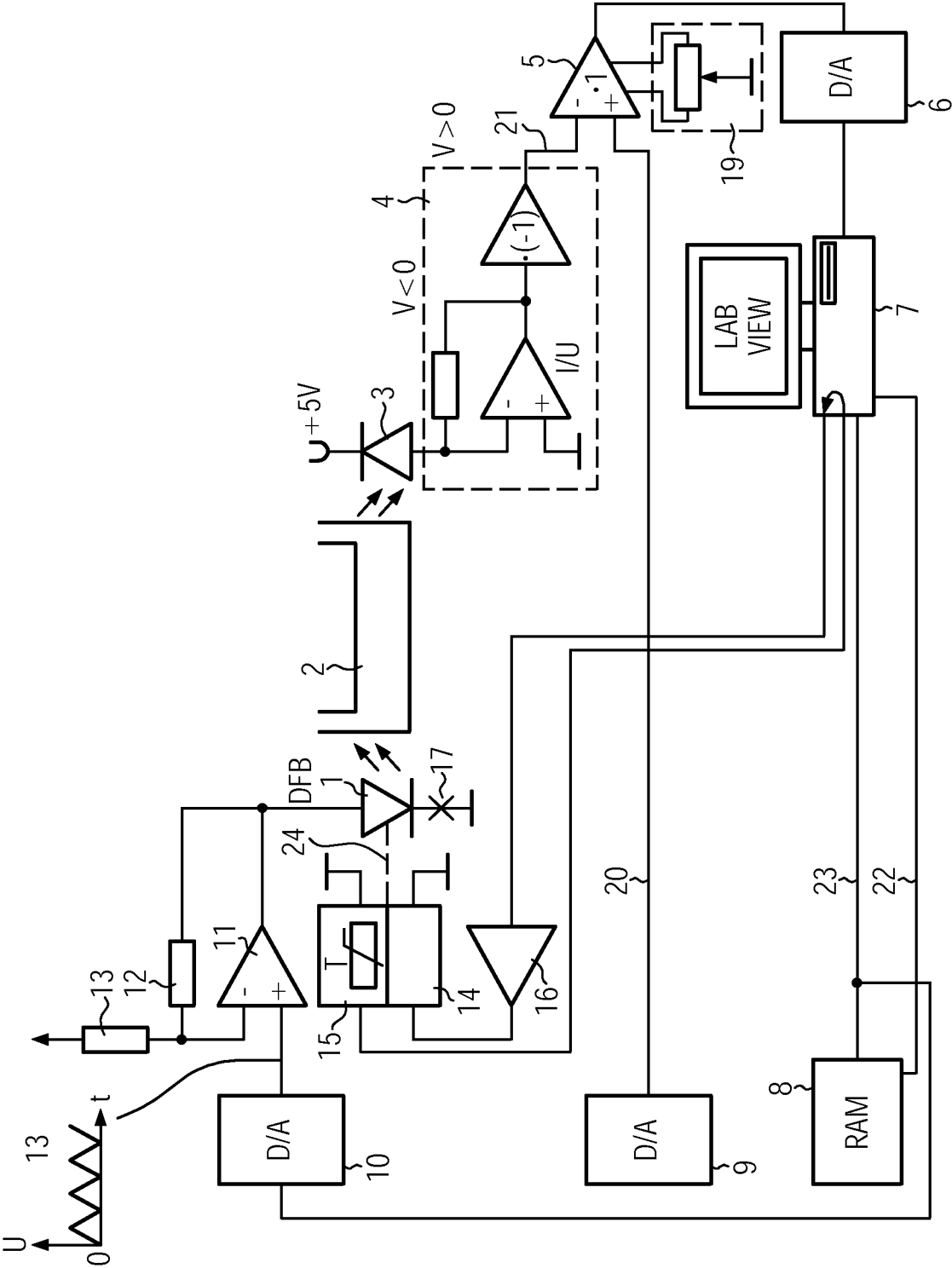


FIG. 1