

(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
5. April 2001 (05.04.2001)

PCT

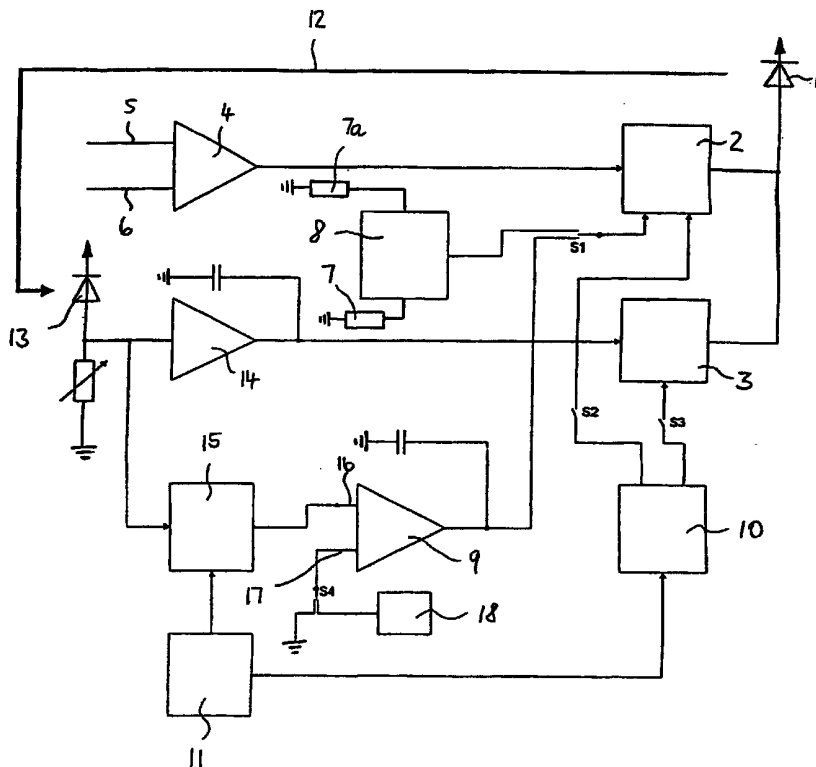
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/24331 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01S 5/068**, (71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
5/0683, 5/40 **US**): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/03523 (72) **Erfinder; und**
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. September 2000 (28.09.2000) (75) **Erfinder/Anmelder** (nur für **US**): **SCHRÖDINGER**,
Karl [DE/DE]; Setheweg 12, 14089 Berlin (DE). **OHEIM**,
Toralf [DE/DE]; Tucholskystrasse 1, 16761 Hennigsdorf
(DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (74) **Anwalt: MÜLLER, Wolfram**; Maikowski & Ninnemann,
Xantener Strasse 10, 10707 Berlin (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:
199 48 689.1 30. September 1999 (30.09.1999) DE (81) **Bestimmungsstaat** (national): **US**.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR ADJUSTING LASER DIODES

(54) Bezeichnung: REGELVORRICHTUNG FÜR LASERDIODEN



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for adjusting laser diodes (1), comprising a bias direct current supply (3) which is connected to the laser diode enabling said laser diode (1) to receive bias direct current from said bias direct current supply (3); a modulator (2) whereby a signal current of the laser diode (1) can be modulated according to a data signal with the aid of a modulator (2) whereby said data signal is received by the modulator (2); and a temperature compensation device (8) which can be connected to the modulator (2) in such a way that the signal current can be adjusted and/or controlled according to changes in temperature. A pilot signal adjustment device which is used to adjust the signal current with the aid of a pilot signal frequency which is modulated on the signal current and switching means (S1, S2, S3) are provided in order to switch the adjustment device between a state wherein the pilot signal adjustment device is connected to the modulator (2) and the bias direct current source (3) in such a way that the signal

current can be adjusted with the aid of the pilot signal adjustment device and another state wherein the modulator (2) is connected to the temperature compensation device (8) in such a way that the signal flow can be adjusted and/or controlled by means of the temperature compensation device (8).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 01/24331 A2



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

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.

Veröffentlicht:

— *Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Regelvorrichtung für eine Laserdiode (1) mit einer Vorspannungs-Gleichstromquelle (3), die mit der Laserdiode verbunden ist, so dass die Laserdiode (1) von der Vorspannungs-Gleichstromquelle (3) einen Vorspannungs-Gleichstrom empfangen kann; einem Modulator (2), wobei ein Signalstrom der Laserdiode (1) mit Hilfe des Modulators (2) einem Datensignal entsprechend moduliert werden kann, welches der Modulator (2) empfängt; und einer Temperaturkompensationseinrichtung (8), die mit dem Modulator (2) so verbunden werden kann, dass der Signalstrom in Abhängigkeit von Temperaturänderungen regelbar und/oder steuerbar ist. Eine Pilottonregeleinrichtung zum Regeln des Signalstroms mit Hilfe einer auf den Signalstrom aufmodulierten Pilottonfrequenz und Schaltmittel (S1, S2, S3) sind vorgesehen, um die Regelvorrichtung zwischen einem Zustand, in welchem die Pilottonregeleinrichtung mit dem Modulator (2) und der Vorspannungs-Gleichstromquelle (3) so verbunden ist, dass der Signalstrom mit Hilfe der Pilottonregeleinrichtung regelbar ist, und einem anderen Zustand umschalten zu können, in welchem der Modulator (2) mit der Temperaturkompensationseinrichtung (8) so verbunden ist, dass der Signalstrom mittels der Temperaturkompensationseinrichtung (8) regelbar und/oder steuerbar ist.

Beschreibung

Regelvorrichtung für Laserdioden

- 5 Die Erfindung betrifft eine Regelvorrichtung für eine Laserdiode mit einer Vorspannungs-Gleichstromquelle, die mit der Laserdiode verbunden ist, so daß die Laserdiode von der Vorspannungs-Gleichstromquelle einen Vorspannungs-Gleichstrom empfangen kann; einem Modulator, wobei ein Signalstrom der
10 Laserdiode mit Hilfe des Modulators einem Datensignal entsprechend moduliert werden kann, welches der Modulator empfängt; und einer Temperaturkompensationseinrichtung, die mit dem Modulator so verbunden werden kann, daß der Signalstrom in Abhängigkeit von Temperaturänderungen regelbar und/oder
15 steuerbar ist.

Laserdioden werden für die schnelle Übertragung digitaler, optischer Signale insbesondere deshalb genutzt, weil sie eine schmale Spektralbreite und die Fähigkeit zur schnellen Modu-
20 lation aufweisen. Bei derartigen Laserdioden treten im Betrieb Abweichungen von einer vorgegebenen Kennliniencharakteristik auf, die beispielsweise von dem Lebensalter der Laserdiode oder der Temperatur abhängen. In Abhängigkeit von der Anwendung der Laserdiode werden verschiedene Regelmechanismen
25 genutzt, um die Abweichungen von der Kennlinie zu kompensieren.

Zu diesen Regelmechanismen gehört die Verwendung einer Temperaturkompensationseinrichtung. Eine derartige Regelung ist
30 notwendig, da der Stromschwellwert I_s der Kennlinie einer Laserdiode, bei dem die Kennlinie aus einem Bereich des Vorspannungs-Gleichstroms (keine Lichtemission) in einen Bereich des Signalstroms (Bereich der Lichtemission) übergeht, tempe-

raturabhängig ist. Mit Hilfe der Temperaturkompensationseinrichtung kann der Vorspannungs-Gleichstrom der Laserdiode so geregelt werden, daß die Laserdiode stets im Bereich des Signalstroms arbeitet. Nachteil dieser Regelungsart ist es, daß
5 keine Regelung des modulierten Signalstroms erfolgt, so daß beispielsweise Kennlinienänderungen, insbesondere hinsichtlich der Steilheit in Folge der Alterung der Laserdiode oder aufgrund von Temperaturänderungen nicht ausgeglichen werden können. Der Einfluß solcher Kennlinienänderungen kann mit
10 Hilfe einer Pilottonregeleinrichtung vermindert, vorzugsweise ausgeschlossen werden.

Eine Pilottonregeleinrichtung ist beispielsweise aus der Veröffentlichung von D. W. Smith und T. G. Hodgkinson mit dem
15 Titel „Laserpegelsteuerung für optische Fasersysteme mit hoher Bitrate“, Symposium, Houston, April 1980 bekannt. Es wird zwischen einer Pilottonregelung auf dem Hochpegel des Signalstroms der Laserdiode und einer Pilottonregelung auf dem Hoch- und dem Niedrigpegel des Signalstroms unterschieden.
20 Grundsätzlich wird hierbei eine Pilottonfrequenz auf den Signalstrom (Pilottonregelung auf dem Hochpegel) oder auf den Signalstrom und den Gleichstrom (Pilottonregelung auf dem Hoch- und dem Niedrigpegel) aufmoduliert. Mit Hilfe einer Monitordiode wird ein Teil des abgestrahlten Lichts registriert.
25 Der registrierte Teil des Lichts wird ausgewertet, um im Fall von Abweichungen hinsichtlich der mittleren Ausgangsleistung der Laserdiode und der Pilottonamplitude eine Nachregulierung auszuführen. Nachteil der Pilottonregelung auf dem Hoch- und dem Niedrigpegel ist es, daß bei hohen Datenraten wegen der Modulation des Signalstroms im Bereich des Schwellwertstroms I_s , in dem die Kennlinie der Laserdiode abknickt, Jitter begünstigt werden. Dieses kann mit Hilfe der
30

Pilottonregelung auf dem Hochpegel des Signalstroms vermieden werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Regelvorrichtung für eine Laserdiode zu schaffen, mit der die Möglichkeiten zur Nutzung der verschiedenen Regelmechanismen verbessert werden.

Diese Aufgabe wird bei einer Regelvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Pilottonregeleinrichtung zum Regeln des Signalstroms mit Hilfe einer auf den Signalstrom aufmodulierten Pilottonfrequenz und Schaltmittel vorgesehen sind, um die Regelvorrichtung zwischen einem Zustand, in welchem die Pilottonregeleinrichtung mit dem Modulator und der Vorspannungs-Gleichstromquelle so verbunden ist, daß der Signalstrom mit Hilfe der Pilottonregeleinrichtung regelbar ist, und einem anderen Zustand umschalten zu können, in welchem der Modulator mit der Temperaturkompensationseinrichtung so verbunden ist, daß der Signalstrom mittels der Temperaturkompensationseinrichtung regelbar und/oder steuerbar ist.

Der wesentliche Vorteil, welcher mit der Erfindung gegenüber dem Stand der Technik erreicht ist, besteht darin, daß mit Hilfe einer einzelnen Regelvorrichtung die Nutzung von zwei der oben beschriebenen, unterschiedlichen Regelmechanismen für Laserdioden nutzbar ist. In Abhängigkeit von dem Anwendungsfall kann somit der für diesen Anwendungsfall günstige Regelmechanismus ausgewählt und genutzt werden.

30

Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung umfaßt die Pilottonregeleinrichtung weitere Schaltmittel, so daß die Pilottonregeleinrichtung zwischen einem Zustand, in welchem auf

einem Hochpegel des Signalstroms geregelt werden kann, und einem anderen Zustand umschaltbar ist, in welchem auf einem Niedrigpegel und dem Hochpegel des Signalstroms geregelt werden kann. Hierdurch kann bei der Nutzung einer einzigen Regelvorrichtung zwischen drei möglichen Regelmechanismen ausgewählt werden.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß die Pilottonregeleinrichtung die folgenden Komponenten umfaßt: eine Monitordiode zum Empfangen eines Monitorsignals; einen ersten Integrator, der mit der Monitordiode und der Vorspannungs-Gleichstromquelle verbunden ist; eine Frequenzmischeinrichtung, die an eine Verbindung zwischen der Monitordiode und dem ersten Integrator und an eine Oszillatoreinrichtung zur Erzeugung der Pilottonfrequenz gekoppelt ist; eine Aufbereitungseinrichtung zur Aufbereitung der Pilottonfrequenz, die die Aufbereitungseinrichtung von der Oszillatoreinrichtung empfangen kann, wobei ein Ausgang der Aufbereitungseinrichtung mit dem Modulator und ein anderer Ausgang der Aufbereitungseinrichtung mit der Vorspannungs-Gleichstromquelle verbunden werden können; und einen mit der Frequenzmischeinrichtung verbundenen zweiten Integrator, dessen Ausgang mit dem Modulator verbunden werden kann. Hierdurch ist eine mit einfachen schaltungstechnischen Mitteln ausbildbare Ausführungsform der Regelvorrichtung ermöglicht.

Zweckmäßig kann vorgesehen sein, daß ein Eingang des zweiten Integrators mit den weiteren Schaltmitteln verbunden ist, und daß der Eingang mit Hilfe der weiteren Schaltmittel in Abhängigkeit von einem Schaltzustand der weiteren Schaltmittel an eine Referenzspannungseinrichtung und ein Erdpotential gekoppelt werden kann, um die Pilottonregeleinrichtung in den einen bzw. den anderen Zustand versetzen zu können. Hier-

5

durch ist mit einfachen Bauelementen eine Möglichkeit geschaffen, die Pilottonregeleinrichtung zwischen zwei Zuständen umzuschalten.

- 5 Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind die Schaltmittel und/oder die weiteren Schaltmittel als programmierbare Schalter ausgebildet, wodurch eine Möglichkeit für eine externe Steuerung der Schaltmittel und der weiteren Schaltmittel geschaffen ist.

10

Vorteilhaft sind die Schaltmittel und/oder die weiteren Schaltmittel mit Hilfe eines Hoch- bzw. eines Niederpegels eines Schaltsignals steuerbar, wodurch die Steuerung der Schaltmittel und der weiteren Schaltmittel mit Hilfe einfacher schaltungstechnischer Komponenten möglich ist.

15

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß die Schaltmittel einen ersten Schalter der zwischen dem Ausgang des zweiten Integrators und dem Modulator gekoppelt ist, einen zweiten Schalter, der zwischen einem Ausgang der Aufbereitungseinrichtung und dem Modulator gekoppelt ist und einen dritten Schalter umfassen, der zwischen einem anderen Ausgang der Aufbereitungseinrichtung und der Vorspannungs-Gleichstromquelle gekoppelt ist. Hierdurch können die Komponenten der Pilottonregeleinrichtung im wesentlichen vollständig von der Regelvorrichtung getrennt werden, so daß bei der Nutzung einer Temperaturkompensation störende Einflüsse aus den Komponenten der Pilottonregeleinrichtung vermindert werden.

20

25

- 30 Bei einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung ist die Laserdiode durch eine Anordnung mehrerer Laserdioden ersetzt, wodurch die Regelvorrichtung beispielsweise für Laserdioden-

6

anordnungen zur Übertragung mehrerer paralleler, optischer Signale nutzbar ist.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf eine Zeichnung näher erläutert.

Gemäß Figur 1 ist eine Laserdiode 1 an einen Modulator 2 und eine Vorspannungs-Gleichstromquelle 3 angeschlossen. Mit Hilfe der Vorspannungs-Gleichstromquelle 3 wird ein Vorspannungs-Gleichstrom auf die Laserdiode 1 gegeben, so daß die Laserdiode 1 mit Hilfe eines Modulationsstroms, der von dem Modulator 2 erzeugt wird, in einem Kennlinienbereich betrieben werden kann, der bei einem Schwellwertstrom I_s beginnt. Der Modulationsstrom wird in dem Modulator 2 einem Datensignal entsprechend erzeugt, welches der Modulator 2 von einer Eingangsstufe 4 empfängt, die einen invertierenden Eingang 5 und einen nicht-invertierenden Eingang 6 aufweist. Der Modulator 2 ist beispielsweise mit Hilfe eines externen Widerstands 7 in der Amplitude einstellbar.

20

Mit Hilfe der in Figur 1 dargestellten Regelvorrichtung können drei verschiedene Regelmechanismen auf die Laserdiode 1 angewendet werden, wobei Schalter S1 bis S4 genutzt werden, um einen der verschiedenen Regelmechanismus so auszuwählen, daß dieser bei einer Steuerung der Laserdiode genutzt wird.

25

In einem ersten Anwendungsfall ist der Modulator 2 mit Hilfe des Schalters S1 mit einer Temperaturkompensationseinrichtung 8 verbunden. Die Schalter S2 und S3 sind in diesem Fall geöffnet. Mit Hilfe der Temperaturkompensationseinrichtung 8 können Verschiebungen in der Kennlinie der Laserdiode 1, beispielsweise hinsichtlich der Steilheit, über den Modulationsstrom kompensiert werden. Hierzu weist die Temperaturkompen-

30

7

sationseinrichtung 8 insbesondere einen Temperaturfühler auf. Mit Hilfe eines weiteren externen Widerstands 7a kann ein Temperaturkoeffizient des Modulationsstroms eingestellt werden.

5

In einem zweiten Anwendungsfall ist der Modulator 2 mit Hilfe des Schalters S1, der gegenüber dem ersten Anwendungsfall umgeschaltet ist, mit einem ersten Integrator 9 verbunden. Die Schalter S2 und S3 sind geschlossen, so daß der Modulator 2 und die Vorspannungs-Gleichstromquelle 3 jeweils mit einer Aufbereitungseinrichtung 10 verbunden sind. Mit Hilfe der Aufbereitungseinrichtung 10 wird eine von einem lokalen Oszillator 11 erzeugte Pilottonfrequenz so aufbereitet, daß sie auf den Vorspannungs-Gleichstrom und den Modulationsstrom aufmoduliert werden kann.

15

Ein von der Laserdiode 1 ausgesendetes, optisches Signal wird über eine optische Rückkopplung 12 teilweise auf eine Monitordiode 13 übertragen und in ein elektrisches Monitorsignal umgewandelt. Das Monitorsignal wird auf einen zweiten Integrator 14 und einen Frequenzmischer 15 übertragen. Der zweiten Integrator 14 verstärkt das Monitorsignal und führt der Vorspannungs-Gleichstromquelle 3 ein Regelsignal zu, so daß der an die Laserdiode 1 zu übertragende Vorspannungs-Gleichstrom geregelt wird. Eine untere Grenzfrequenz dieses Regelkreises muß kleiner als die Pilottonfrequenz sein, die beispielsweise 3 kHz beträgt und somit wesentlich geringer als übliche Modulationsfrequenzen des Modulationsstroms ist, die beispielsweise 100 kHz bis über 1 GHz betragen können.

25
30

In dem Frequenzmischer 15 werden die mit Hilfe der Monitordiode 13 empfangene Pilottonfrequenz und die von dem lokalen Oszillator 11 erzeugt Pilottonfrequenz gemischt, beispiels-

8

weise miteinander multipliziert, so daß Frequenzanteile, die von der Pilottonfrequenz abweichen, sich nicht auswirken (Synchrongleichrichter). Der Ausgang des Frequenzmischers 15 wird einem Eingang 16 des ersten Integrators 9 zugeführt. Ein
5 anderer Eingang 17 des ersten Integrators 9 ist über den Schalter S4 mit einem Erdpotential verbunden. Die Regelung ist eingeschwenkt, wenn der Ausgang des Frequenzmischers 15 Null ist, so daß von dem ersten Integrator 9 über den Schalter S1 kein Regelsignal an den Modulator 2 ausgegeben wird.
10 Dies bedeutet, daß die mit Hilfe der Monitordiode 13 registrierte Pilottonamplitude auf dem Hoch- und dem Niedrigpegel gleich groß ist. Bei diesem Anwendungsfall handelt es sich um eine Pilottonregelung auf einen Hoch- und einen Niedrigpegel des Modulationsstroms.

15

In einem dritten Anwendungsfall ist der Schalter S4 im Vergleich zu dem zweiten Anwendungsfall umgeschaltet, so daß der weitere Eingang 17 des ersten Integrators 9 mit einer Referenzspannungsquelle 18 verbunden ist. Mit Hilfe der Referenzspannungsquelle 18 kann von außen ein Referenzsignal auf den
20 ersten Integrator 9 gegeben werden. Es handelt sich hierbei um eine Pilottonregelung auf dem Hochpegel des Modulationsstroms. Auch beim dritten Anwendungsfall muß die untere Grenzfrequenz des Regelkreises kleiner als die Pilottonfrequenz sein.
25

Die in Figur 1 dargestellt Regelvorrichtung kann als eine integrierte Schaltung ausgebildet sein, die mit einer Laserdiode 1 oder einer Anordnung mehrerer Laserdioden verbunden
30 ist. In Abhängigkeit von der Anwendung, für welche die Laserdiode 1 oder die Laserdiodenanordnung genutzt werden soll, kann bei der Programmierung der integrierten Schaltung einer der oben beschriebenen Regelmechanismen mit Hilfe des Setzens

9

der Schalter S1 bis S4 ausgewählt werden. Die integrierte Schaltung ist auf diese Weise an verschiedene Anwendungsfälle anpaßbar.

- 5 Bei einer elektronischen Implementierung der Schalter S1 bis S4 kann vorgesehen sein, daß die Schalter S1 bis S4 mit Hilfe eines jeweiligen PIN's von außen dadurch gesteuert werden, daß ein Hoch- oder ein Niedrigpegel eines Steuersignals angelegt wird. Hierdurch ist ein sehr kompakter Aufbau der Regel-
- 10 vorrichtung möglich, der eine mit wenig Aufwand realisierbare, externe Schaltung benötigt.

Ein wesentlicher Vorteil der beschriebenen Regelvorrichtung besteht darin, daß mehrere Komponenten der Regelvorrichtung

15 bei der Nutzung verschiedener Regelmechanismen genutzt werden können. So werden die Regelung auf dem Hochpegel des Modulationsstroms und die Regelung auf dem Hoch- und dem Niedrigpegel des Modulationsstroms im wesentlichen mit denselben Komponenten realisiert, wobei lediglich der Schalter S4 den wei-

20 teren Eingang 17 des ersten Integrator 9 entweder mit einem Erdpotential oder mit der Referenzspannungsquelle 18 verbindet. Hierdurch ist die Anzahl der Bauelemente minimiert, die zur Realisierung der verschiedenen Regelmechanismen benötigt werden.

Patentansprüche

1. Regelvorrichtung für eine Laserdiode (1) mit

- 5 - einer Vorspannungs-Gleichstromquelle (3), die mit der Laserdiode verbunden ist, so daß die Laserdiode (1) von der Vorspannungs-Gleichstromquelle (3) einen Vorspannungs-Gleichstrom empfangen kann;
- 10 - einem Modulator (2), wobei ein Signalstrom der Laserdiode (1) mit Hilfe des Modulators (2) einem Datensignal entsprechend moduliert werden kann, welches der Modulator (2) empfängt; und
- 15 - einer Temperaturkompensationseinrichtung (8), die mit dem Modulator (2) so verbunden werden kann, daß der Signalstrom in Abhängigkeit von Temperaturänderungen regelbar und/oder steuerbar ist;
- g e k e n n z e i c h n e t durch
- 20 - eine Pilottonregeleinrichtung zum Regeln des Signalstroms mit Hilfe einer auf den Signalstrom aufmodulierten Pilottonfrequenz; und
- 25 - Schaltmittel (S1, S2, S3), um die Regelvorrichtung zwischen einem Zustand, in welchem die Pilottonregeleinrichtung mit dem Modulator (2) und der Vorspannungs-Gleichstromquelle (3) so verbunden ist, daß der Signalstrom mit Hilfe der Pilottonregeleinrichtung regelbar ist, und einem anderen Zustand umschalten zu können, in welchem der Modulator (2) mit der Temperaturkompensationseinrichtung (8) so verbunden ist, daß der Signalstrom mittels der Temperaturkompensationseinrichtung (8) regelbar und/oder steuerbar ist.
- 30

2. Regelvorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Pilottonregeleinrich-

11

tung weitere Schaltsmittel (S4) umfaßt, so daß die Pilottonregleinrichtung zwischen einem Zustand, in welchem auf einem Hochpegel des Signalstroms geregelt werden kann, und einem anderen Zustand umschaltbar ist, in welchem auf einem Niedrigpegel und dem Hochpegel des Signalstroms geregelt werden kann.

3. Regelvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, die Pilottonregleinrichtung umfassend:

- 10 - eine Monitordiode (13) zum Empfangen eines Monitorsignals;
- einen ersten Integrator (14), der mit der Monitordiode (13) und der Vorspannungs-Gleichstromquelle (3) verbunden ist;
- 15 - eine Frequenzmischeinrichtung (15), die an eine Verbindung zwischen der Monitordiode (13) und dem ersten Integrator (14) und an eine Oszillatoreinrichtung (11) zur Erzeugung der Pilottonfrequenz gekoppelt ist;
- eine Aufbereitungseinrichtung (10) zur Aufbereitung
20 der Pilottonfrequenz, die die Aufbereitungseinrichtung (10) von der Oszillatoreinrichtung (11) empfangen kann, wobei ein Ausgang der Aufbereitungseinrichtung (10) mit dem Modulator (2) und ein anderer Ausgang der Aufbereitungseinrichtung (10) mit der Vorspannungs-
25 Gleichstromquelle (3) verbunden werden können; und
- einen mit der Frequenzmischeinrichtung (15) verbundenen zweiten Integrator (9), dessen Ausgang mit dem Modulator (2) verbunden werden kann.

30 4. Regelvorrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Eingang (17) des zweiten Integrators (9) mit den weiteren Schaltsmitteln (S4) verbunden ist, und daß der Eingang (17) mit Hilfe der

12

weiteren Schaltmittel (S4) in Abhängigkeit von einem Schaltzustand der weiteren Schaltmittel (S4) an eine Referenzspannungseinrichtung (18) und ein Erdpotential gekoppelt werden kann, um die Pilottonregeleinrichtung in den einen bzw. den anderen Zustand versetzen zu können.

5. Regelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schaltmittel (S1, S2, S3) und/oder die weiteren Schaltmittel (S4) als programmierbare Schalter ausgebildet sind.

6. Regelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schaltmittel (S1, S2, S3) und/oder die weiteren Schaltmittel (S4) mit Hilfe eines Hoch- bzw. eines Niedrigpegels eines Schaltsignals steuerbar sind.

7. Regelvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schaltmittel (S1, S2, S3) einen ersten Schalter (S1), der zwischen dem Ausgang des zweiten Integrators (9) und dem Modulator (2) gekoppelt ist, einen zweiten Schalter (S2), der zwischen dem einen Ausgang der Aufbereitungseinrichtung (10) und dem Modulator (2) gekoppelt ist, und einen dritten Schalter (S3) umfassen, der zwischen dem anderen Ausgang der Aufbereitungseinrichtung (10) und der Vorspannungs-Gleichstromquelle (3) gekoppelt ist.

8. Regelvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die

13

Laserdiode (1) durch eine Anordnung mehrerer Laserdiode
ersetzt ist.

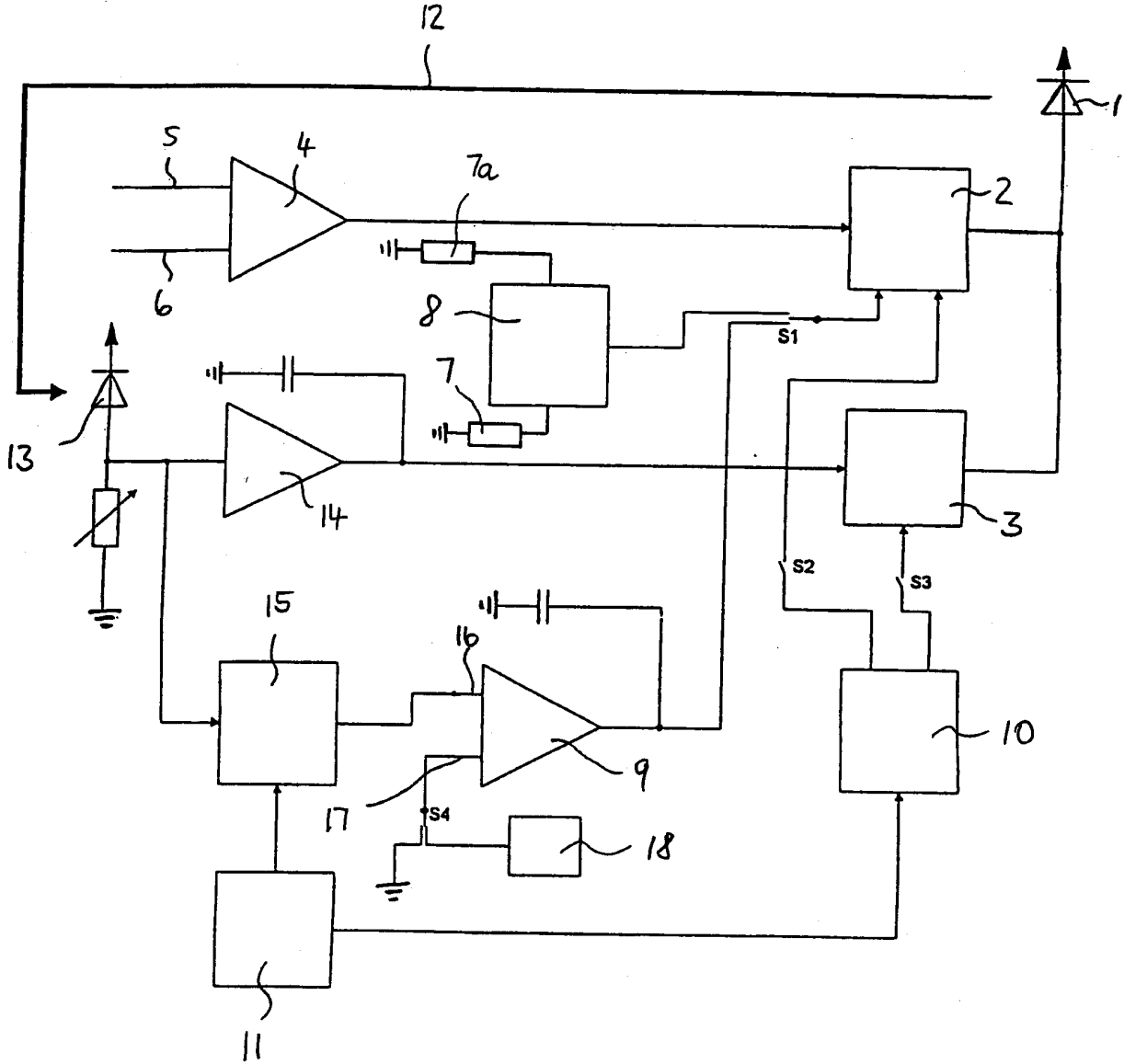


Fig. 1