(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 28 219 T2** 2005.12.15

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 882 962 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 28 219.1**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 110 236.1**
(96) Europäischer Anmeldetag: **04.06.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.12.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **22.12.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.12.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G01J 1/44**
G01J 1/08

(30) Unionspriorität:
14946397 06.06.1997 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
Anritsu Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München

(72) Erfinder:
Sakamoto, Takashi, Kanagawa-ken 243-0033, JP;
Katoh, Keita, Kanagawa-ken 243-0032, JP

(54) Bezeichnung: **Lichtmessvorrichtung zur einfachen und hochgenauen Bestimmung der optischen Leistung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lichtmeßvorrichtung, insbesondere eine Lichtmeßvorrichtung, die imstande ist, den Energiepegel von auftreffendem Licht zu messen.

[0002] In einer Lichtmeßvorrichtung, wie etwa einem Lichtenergiemeßgerät, zum Messen der Lichtenergie des von einem Meßobjekt, wie etwa einer Lichtquelle oder einer Lichtübertragungsvorrichtung, die extern mit einem Lichtdetektiersystem verbunden ist, auftreffenden Lichts muß der Offsetpegel des Lichtdetektiersystems (z. B. eines Verstärkers) kompensiert werden.

[0003] Der Offsetpegel ist hier als der Ausgangspegel des Lichtdetektiersystems definiert, auf das kein Licht von dem Meßobjekt projiziert wird.

[0004] Die genaue Lichtenergie von Licht von dem Meßobjekt kann berechnet werden durch Subtraktion des Offsetpegels von dem Ausgangspegel des Lichtdetektiersystems, auf welches das Licht von dem Meßobjekt projiziert worden ist.

[0005] Der Subtraktionsvorgang wird als Offsetkompensation bezeichnet.

[0006] Im Fall von herkömmlichen Lichtmeßvorrichtungen wird vor der Messung der Lichtenergie die Offsetkompensation gemäß der folgenden Vorgehensweise vorgenommen.

[0007] Zuerst wird auf dem Verbinderbereich der Lichtmeßvorrichtung, mit dem ein Meßobjekt verbunden ist, ein Abdeckschirm angebracht.

[0008] Dann wird der Ausgangspegel der Lichtmeßvorrichtung, deren Verbinderbereich nicht von Licht getroffen worden ist, gemessen, und der Meßpegel wird als der Offsetpegel festgelegt.

[0009] Danach wird der Abdeckschirm entfernt, und ein Meßobjekt wird mit dem Verbinderbereich der Lichtmeßvorrichtung verbunden. Dann läßt man das Licht von dem Objekt auf den Verbinderbereich auftreffen.

[0010] Dann wird der vorher festgelegte Offsetpegel von dem Pegel des Lichts subtrahiert, das zu diesem Zeitpunkt von dem Lichtdetektiersystem der Lichtmeßvorrichtung erfaßt wird. Auf diese Weise wird der resultierende Pegel als Lichtenergiepegel des Lichts von dem Meßobjekt gemessen.

[0011] Die Offsetkompensation wird periodisch vorgenommen, um Meßfehler zu verringern.

[0012] Bei den herkömmlichen Lichtmeßvorrichtungen muß das Licht jedoch abgeschirmt werden, um die oben beschriebene Offsetkompensation vorzunehmen. Das erfordert den zeitaufwendigen Vorgang des Anbringens eines Abdeckschirms auf dem Verbinderbereich vor der Messung, das Messen des Offsetpegels, das Entfernen des Abdeckschirms, das Verbinden eines Meßobjekts mit dem Verbinderbereich der Lichtmeßvorrichtung und die Durchführung der gewünschten Messung.

[0013] Außerdem verhindern die herkömmlichen Lichtmeßvorrichtungen einen sofortigen Beginn des gewünschten Meßvorgangs.

[0014] Aus dem Dokument US-A-4 924 081 ist ein lichtelektrischer Wandler bekannt, wobei Schalter so konfiguriert sind, daß eine Offsetkompensation ermöglicht wird.

[0015] Die Ursachen, die verhindern, daß der Offsetpegel bei den herkömmlichen Lichtmeßvorrichtungen auf Null verringert wird, können grob in die beiden folgenden Faktoren unterteilt werden:

1.) den Dunkelstrom in dem Lichtdetektierelement; und

2.) einen Gleichstromverstärker, der mit dem Lichtdetektierelement verbunden ist.

[0016] Die Erfinder der vorliegenden Anmeldung haben die Auswirkung des ersten Faktors auf das Meßergebnis berücksichtigt.

[0017] Fig. 2 zeigt eine Charakteristik des Ausgangsstroms, den Dunkelstrom und einen Strommultiplikationsfaktor einer InGaAs-Lawinenfotodiode (APD) gegenüber der Sperrspannung.

[0018] Wenn in Fig. 2 die Lichtenergie des Meßobjekts gemessen wird (mit einer Sperrvorspannung bei einem Multiplikationsfaktor von ungefähr Eins), wird ein Dunkelstrom von ungefähr 10^{-10} erzeugt.

[0019] Der Dunkelstrom wird zu dem Empfangslichtstrom addiert, der durch das Licht von dem Meßobjekt verursacht wird. Die Lawinenfotodiode gibt den resultierenden Strom ab.

[0020] Fig. 3 zeigt den berechneten Meßfehler durch den Dunkelstrom in diesem Zustand entsprechend der Lichtenergie.

[0021] Aus Fig. 3 ist ersichtlich, daß dann, wenn die Lichtenergie in dem Bereich bis hinab zu ungefähr –50 dBm ist, Messungen mit einem Fehler von kleiner als 0,05 dB vorgenommen werden können.

[0022] Wenn also, wie in Fig. 3 gezeigt ist, Lichtenergie in dem Bereich bis hinab zu –50 dBm gemessen wird, ist die Notwendigkeit zur Kompensation des Offsetpegels infolge des ersten Faktors gering. Somit

braucht nur der Offsetpegel aufgrund des zweiten Faktors kompensiert zu werden.

[0023] Eine bekannte Lichtmeßvorrichtung ist ein OTDR (optisches Zeitbereichsreflektometer), das einen Lichtimpuls auf einen zu messenden Lichtleiter projiziert, das reflektierte Licht (Rückstrahlungslicht oder Fresnel-Reflexionslicht) von dem gemessenen Lichtleiter als Resultat der Zuführung des Lichtimpulses verarbeitet und Verluste oder fehlerhafte Stellen in dem gemessenen Lichtleiter mißt.

[0024] Fig. 6 zeigt eine allgemeine Konfiguration eines OTDR dieses Typs.

[0025] Das OTDR weist folgendes auf: eine Takterzeugungseinrichtung **21**, eine Lichtimpulsabgabeeinrichtung **22**, eine Verzweigungseinrichtung **23**, eine Lichtdetektiereinrichtung **24**, eine Gleichstromverstärkungseinrichtung **25**, eine A/D-Umwandlungseinrichtung **26**, eine Verarbeitungseinrichtung **27** und eine Anzeigeeinrichtung **28**.

[0026] In dem OTDR gibt die Takterzeugungseinrichtung **21** auf der Basis des Steuersignals von der Verarbeitungseinrichtung **27** ein Signal an die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **22** in einer Periode ab, die der Länge eines zu messenden Lichtleiters **29** entspricht, d. h. in der Periode T, die länger als die Zeitdauer t ist, die erforderlich ist, bis das reflektierte Licht seit der Zuführung des Lichtimpulses zu dem Lichtleiter **29** über die Gesamtlänge des Lichtleiters **29** zurückkommt.

[0027] Bei Empfang des Ausgangssignals erzeugt die Lichtimpulserzeugungseinrichtung **22** einen Lichtimpuls in jeder Periode T.

[0028] Der Lichtimpuls, der in jeder Periode T von der Lichtimpulserzeugungseinrichtung **22** erzeugt wird, wird durch die Verzweigungseinrichtung **23** in die Lichtdetektiereinrichtung **24** eingekoppelt, die das Licht in Elektrizität umwandelt.

[0029] Das lichtelektrisch umgewandelte Signal wird von der A/D-Wandlereinrichtung **26** in ein Digitalsignal umgewandelt. Das Digitalsignal wird in die Verarbeitungseinrichtung **27** eingegeben.

[0030] Die Verarbeitungseinrichtung **27** führt den Vorgang der logarithmischen Umwandlung des eingegebenen Digitalsignals durch Abtasten der Daten aus.

[0031] Auf der Basis der Signalverarbeitung wird auf der Anzeigeeinrichtung **28** eine Wellenform angezeigt.

[0032] Mit dem OTDR dieses Typs wird in jeder Periode T (z. B. in Intervallen von einer Millisekunde) ein Lichtimpuls auf den Lichtleiter **29** projiziert.

[0033] Von einer Anzahl von N (z. B. 5000) Datenelementen, die während einer Periode T abgetastet werden, wird der Mittelwert einer Anzahl von M (z. B. 20) Datenelementen, die das von dem Lichtleiter **29** reflektierte Licht nicht enthalten, als der Offsetpegel festgelegt.

[0034] Dann erfolgt die Offsetkompensation durch Subtraktion des Offsetpegels von jedem von der Anzahl N von abgetasteten Datenelementen.

[0035] Neuere OTDR müssen die Funktion haben, daß sie den Energiepegel des von dem Objekt, wie etwa einer Lichtquelle oder einer Lichtübertragungsvorrichtung, auftreffenden Lichts messen.

[0036] Im Fall einer Konfiguration, die eine solche Funktion realisiert, wird der Empfangslichtenergiepegel von auftreffendem Licht gemessen, ohne daß ein Lichtimpuls von der Lichtimpulsabgabeeinrichtung **22** genutzt wird.

[0037] Aus diesem Grund muß mit der Konfiguration, welche die oben beschriebene Funktion realisiert, die Offsetkompensation für das Lichtdetektiersystem in dem OTDR ebenso wie in allgemein verwendeten Lichtmeßvorrichtungen durchgeführt werden.

[0038] Angesichts der obigen Überlegung und Analyse wird deutlich, daß dann, wenn die Lichtenergie in dem Bereich bis hinab zu ungefähr –50 dBm liegt, der Empfangslichtenergiepegel des von einem Meßobjekt einfallenden Lichts mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden kann durch Kompensation nur des Offsetpegels aufgrund des Faktors **2**, wie vorher erläutert wurde.

[0039] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Problem des oben beschriebenen Stands der Technik zu lösen durch Angabe einer Lichtmeßvorrichtung, die imstande ist, auf einfache Weise mit hoher Genauigkeit den Empfangslichtenergiepegel des Lichts von einem Meßobjekt dadurch zu messen, daß eine Offset-Kompensation durchgeführt wird, ohne daß das Licht wie beim Stand der Technik vorher abgeschirmt wird.

[0040] Diese Aufgabe wird durch die Lichtmeßvorrichtung gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0041] Das Verständnis der Erfindung ergibt sich im einzelnen aus der nachstehenden genauen Beschreibung im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen; diese zeigen in:

[0042] Fig. 1A ein Blockschaltbild einer Lichtmeßvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0043] Fig. 1B eine detaillierte Darstellung der Vorspannungseinrichtung in der Lichtmeßvorrichtung der ersten Ausführungsform;

[0044] Fig. 2 ein Diagramm einer Strom-/Sperrspannungs-Charakteristik einer InGaAs-Lawinenfotodiode entsprechend der Lichtenergie eines Meßobjekts;

[0045] Fig. 3 ein Beispiel des berechneten Meßfehlers aufgrund des Dunkelstroms der InGaAs-Lawinenfotodiode entsprechend der Lichtenergie eines Meßobjekts;

[0046] Fig. 4A, Fig. 4B und Fig. 4C Zeitdiagramme zur Erläuterung des Vorgangs der Offsetkompensation in der Lichtmeßvorrichtung der ersten Ausführungsform;

[0047] Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Lichtmeßvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

[0048] Fig. 6 ein Blockschaltbild eines OTDR als Beispiel einer herkömmlichen Lichtmeßvorrichtung.

[0049] Es wird nun im einzelnen auf die derzeit bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung Bezug genommen, wie sie in den beigefügten Zeichnungen gezeigt sind, in denen gleiche Bezugszeichen in sämtlichen Figuren jeweils gleiche oder entsprechende Teile bezeichnen.

[0050] Unter Bezugnahme auf Fig. 1A wird der allgemeine Aufbau einer Lichtmeßvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0051] Mit dem Wissen, daß dann, wenn die Lichtenergie in dem Bereich bis hinab zu ungefähr –50 dBm ist, der Energiepegel des von einem Meßobjekt einfallenden Lichts mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden kann, indem nur der Offsetpegel aufgrund des vorher erwähnten Faktors **2** kompensiert wird, haben Lichtmeßvorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung die nachstehenden Konfigurationen.

[0052] Eine Lichtmeßvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist dadurch charakterisiert, daß sie folgendes aufweist:
eine Lichtdetektiereinrichtung **5**, deren Ausgangsstrom sich mit einer angelegten Sperrvorspannung ändert und die Licht von einem Meßobjekt empfängt;
eine Vorspannungseinrichtung **6**, die an die Lichtdetektiereinrichtung eine Sperrvorspannung auf solche Weise anlegt, daß die Vorspannung veränderbar ist;
eine Gleichstromverstärkungseinrichtung, die ein Signal abgibt, dessen Pegel zu dem Ausgangsstrom der Lichtdetektiereinrichtung proportional ist; und
Einrichtungen **8** und **9**, die einen ersten von der Gleichstromverstärkungseinrichtung abgegebenen Ausgangspegel bestimmen, wenn die Vorspannungseinrichtung die Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung anlegt, um das Fließen des Ausgangsstroms zu verhindern, einen zweiten von der Gleichstromverstärkungseinrichtung abgegebenen Ausgangspegel bestimmen, wenn die Vorspannungseinrichtung die Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung anlegt, um das Fließen des Ausgangsstroms zu ermöglichen, und den Lichtenergiepegel des Meßobjekts durch Subtraktion des ersten Ausgangspegels von dem zweiten Ausgangspegel zur Kompensation eines Offsets zu bestimmen.

[0053] Eine Lichtmeßvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist ferner dadurch charakterisiert, daß in der Lichtmeßvorrichtung gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung die Vorspannungseinrichtung **6** an die Lichtdetektiereinrichtung eine solche Sperrvorspannung anlegt, daß der Strommultiplikationsfaktor der Lichtdetektiereinrichtung zu nahezu Null gemacht wird, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung **5** zu verhindern, und an die Lichtdetektiereinrichtung eine solche Sperrvorspannung anlegt, daß der Strommultiplikationsfaktor der Lichtdetektiereinrichtung zu Eins oder größer gemacht wird, so daß der Ausgangsstrom der Lichtdetektiereinrichtung **5** fließen kann, um die Messung des Lichtenergiepegels des Meßobjekts zu ermöglichen.

[0054] Bei der Lichtmeßvorrichtung der vorliegenden Erfindung bestimmen die Einrichtungen **8** und **9** den ersten von der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** abgegebenen Ausgangspegel, wenn die Vorspannungseinrichtung **6** eine Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung **5** anlegt, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung **5** zu verhindern.

[0055] Ferner bestimmen die Einrichtungen **8** und **9** den zweiten von der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** abgegebenen Ausgangspegel, wenn die Vorspannungseinrichtung **6** eine Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung **5** anlegt, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung **5** zu ermöglichen.

[0056] Dann bestimmen die Einrichtungen **8** und **9** den Lichtenergiepegel des Objekts durch Subtraktion des ersten Ausgangspegels von dem zweiten Ausgangspegel, um den Offset zu kompensieren.

[0057] Bei der vorliegenden Erfindung ist es also möglich, eine Lichtmeßvorrichtung anzugeben, die imstande ist, den Energiepegel des von dem Meßobjekt auftreffenden Lichts auf einfache Weise mit hoher Genauigkeit zu messen, indem die Offsetkompensation durchgeführt wird, ohne wie beim Stand der Technik das Licht vor der Messung abzuschir-

men.

[0058] Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, wie sie vorstehend beschrieben ist, werden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

[0059] Fig. 1A ist ein Blockschaltbild einer Lichtmeßvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0060] Wie Fig. 1A zeigt, weist die Lichtmeßvorrichtung folgendes auf: eine Eingabeeinrichtung **1**, eine Takterzeugungseinrichtung **2**, eine Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3**, eine Verzweigungseinrichtung **4**, eine Lichtdetektiereinrichtung **5**, eine Vorspannungseinrichtung **6**, eine Gleichstromverstärkungseinrichtung **7**, eine A/D-Umwandlungseinrichtung **8**, eine Verarbeitungseinrichtung **9** und eine Anzeigeeinrichtung **10**.

[0061] Die Eingabeeinrichtung **1** hat einen Lichtleitermeßmodus und einen Lichtenergiepegelmeßmodus und wählt als Ergebnis einer Tastenbetätigung einen dieser Moden aus.

[0062] Die Eingabeeinrichtung **1** gibt das dem gewählten Modus entsprechende Signal an die Verarbeitungseinrichtung **9** ab, wie noch beschrieben wird.

[0063] Die Eingabeeinrichtung **1** gibt ferner die verschiedenen Meßparameter, die zur Signalverarbeitung erforderlich sind, an die Verarbeitungseinrichtung **9** ab.

[0064] Auf der Grundlage eines Steuersignals S1 von der Verarbeitungseinrichtung **9** gibt die Takterzeugungseinrichtung **2** ein Taktsignal S2 an die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** und die A/D-Umwandlungseinrichtung **8** ab.

[0065] Wenn die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** von dem Taktsignal S2 von der Taktsignalerzeugungseinrichtung **2** ausgelöst wird, gibt sie einen Lichtimpuls mit einem langen Wellenlängenbereich von beispielsweise 1,3 µm oder 1,55 µm ab.

[0066] Der Lichtimpuls von der Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** wird über die Verzweigungseinrichtung **4** an den zu messenden Lichtleiter **11** in der Periode abgegeben, die der Länge des Lichtleiters **11** entspricht, d. h. in der Periode T, die länger als eine Dauer t ist, die das reflektierte Licht seit der Zuführung des Lichtimpulses an den Lichtleiter **11** benötigt, um über die Gesamtlänge des Lichtleiters **11** zurückzukommen.

[0067] Die Verzweigungseinrichtung **4** besteht beispielsweise aus einem gerichteten Optokoppler und verzweigt das reflektierte Licht (Rückstrahlungslicht oder Fresnel-Reflexionslicht) von dem Lichtleiter zur Seite der Lichtdetektiereinrichtung **5** als Ergebnis der Zuführung des Lichtimpulses in dem Lichtleitermeßmodus oder des von dem Meßobjekt wie etwa einer Lichtquelle oder einem Lichtübertragungselement auftreffenden Lichts in dem Energiepegelmeßmodus.

[0068] Die Lichtdetektiereinrichtung **5** besteht beispielsweise aus einer InGaAs-Lawinenfotodiode und hat die Funktion, Elektronen oder Löcher, die von dem auftreffenden Licht erzeugt werden, mit einem bestimmten Strommultiplikationsfaktor zu verstärken.

[0069] Die Lichtdetektiereinrichtung **5** erfaßt nicht nur das von dem Lichtleiter **11** reflektierte Licht, das von der Verzweigungseinrichtung **4** in dem Lichtleitermeßmodus abgetrennt wird, sondern auch das einfallende Licht von dem Meßobjekt in dem Lichtenergiepegelmeßmodus.

[0070] Der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** wird entsprechend dem Pegel der von der Vorspannungseinrichtung **6** angelegten Sperrvorspannung geändert.

[0071] Eine InGaAs-Lawinenfotodiode, die eine Charakteristik des Ausgangsstroms, des Dunkelstroms und des Strommultiplikationsfaktors über der Sperrspannung entsprechend Fig. 2 hat, wird als Lichtdetektiereinrichtung **5** verwendet.

[0072] Bei Verwendung der InGaAs-Lawinenfotodiode ist aus Fig. 2 ersichtlich, daß dann, wenn eine Sperrvorspannung näher bei 0 V ist, der Ausgangsstrom kaum fließt und auch der Dunkelstrom abnimmt.

[0073] Wenn nämlich die InGaAs-Lawinenfotodiode verwendet wird, so wird dadurch, daß die Sperrspannung näher an 0 V gebracht wird, der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** nahezu 0.

[0074] In diesem Fall hat der auf den Dunkelstrom in der Lichtdetektiereinrichtung **5** zurückgehende Offset einen vernachlässigbaren Wert, wie in dem Abschnitt 'Hintergrund der Erfindung' ausgeführt wird.

[0075] In Fig. 2 bedeutet die Tatsache, daß dadurch, daß der Strommultiplikationsfaktor M an Null angenähert wird, der Dunkelstrom der Lawinenfotodiode verringert wird, so daß eine Kompensation des Offsetpegels infolge des vorgenannten ersten Faktors nicht erfolgen kann.

[0076] Die Lichtdetektiereinrichtung **5** ist nicht auf die InGaAs-Lawinenfotodiode beschränkt und kann jedes geeignete Bauelement sein, unter der Voraussetzung, daß die Änderung der Sperrvorspannung nahezu kein Fließen von Ausgangsstrom der Vorrich-

tung zuläßt.

[0077] Auf der Grundlage eines Steuersignals S3 von der Verarbeitungseinrichtung **9** legt die Vorspannungseinrichtung **6** eine bestimmte Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung **5** an.

[0078] Wenn dabei als Lichtdetektiereinrichtung **5** eine InGaAs-Lawinenfotodiode verwendet wird, legt die Vorspannungseinrichtung **6**, die ein Steuersignal S3a für einen Offsetkompensationsbefehl von der Verarbeitungseinrichtung **9** empfängt, an die Lichtdetektiereinrichtung **5** eine solche Sperrvorspannung (z. B. im Bereich von 0 V oder höher und 13 V oder niedriger) an, daß der Strommultiplikationsfaktor M zu nahezu 0 gemacht wird, wobei nahezu kein Strom in der Lichtdetektiereinrichtung **5** fließt.

[0079] Wenn dagegen von der Verarbeitungseinrichtung **9** ein Steuersignal S3b als Meßbefehl empfangen wird, legt die Vorspannungseinrichtung **6** an die Lichtdetektiereinrichtung **5** eine solche Sperrvorspannung an (z. B. in dem Bereich von 16 V oder höher und 100 V oder niedriger), daß der Strommultiplikationsfaktor M der Bedingung $M \geq 1$ genügt, um das von dem Meßobjekt auftreffende Licht zu messen.

[0080] Die Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkt den Ausgangsstrom von der Lichtdetektiereinrichtung **5** mit einem bestimmten Multiplikationsfaktor und gibt das Ergebnis an die A/D-Umwandlungseinrichtung **8** ab.

[0081] Dabei besteht die Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** beispielsweise aus einem Strom-Spannungs-Wandler und einem Spannungsverstärker. In der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** wandelt der Strom-Spannungs-Wandler das von der Kathode der Lichtdetektiereinrichtung **5** ausgegebene Stromsignal in ein Spannungssignal um. Der Spannungsverstärker verstärkt dann das umgewandelte Signal mit einem bestimmten Multiplikationsfaktor.

[0082] Zu diesem Zeitpunkt wird der Multiplikationsfaktor des Spannungsverstärkers in der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** von dem Steuersignal von der Verarbeitungseinrichtung **9** variiert.

[0083] In dem Lichtleitermeßmodus, der durch das Taktsignal S2 von der Takterzeugungseinrichtung **2** ausgelöst wird, tastet die A/D-Umwandlungseinrichtung **8** das an der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkte Signal in einer bestimmten Abtastperiode ab und digitalisiert das abgetastete Signal. Dann gibt die A/D-Umwandlungseinrichtung das abgetastete Digitalsignal an die Verarbeitungseinrichtung **9** ab.

[0084] Im Lichtenergiepegelmeßmodus wandelt ferner die A/D-Umwandlungseinrichtung **8** das an der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkte Signal in ein Digitalsignal um und gibt es an die Verarbeitungseinrichtung **9** ab.

[0085] Die Verarbeitungseinrichtung **9** führt den Vorgang der logarithmischen Umwandlung des Abtastsignals von der A/D-Umwandlungseinrichtung **8** im Lichtleitermeßmodus durch.

[0086] Jedes durch die Signalverarbeitung erhaltene Datenelement wird beispielsweise als Wellenformdaten auf der Anzeigeeinrichtung **10**, wie etwa einem Kathodenstrahlröhren-Display, angezeigt.

[0087] Ferner führt die Verarbeitungseinrichtung **9** den Vorgang des Berechnens eines Lichtenergiepegels aus dem Digitalsignal von der A/D-Umwandlungseinrichtung **8** im Lichtenergiepegelmeßmodus durch.

[0088] Die Daten über den Lichtenergiepegel, die durch den Berechnungsvorgang erhalten werden, werden an der Anzeigeeinrichtung **10** angezeigt.

[0089] Auf der Basis des Eingangssignals von der Eingabeeinrichtung **1** gibt ferner die Verarbeitungseinrichtung **9** Steuersignale S1 und S3 (S3a und S3b) an die Takterzeugungseinrichtung **2** und die Vorspannungseinrichtung **6** ab.

[0090] Dabei besteht die Verarbeitungseinrichtung **9** beispielsweise aus einer CPU, in der eine Taktgeberschaltung vorgesehen ist. Wenn der Lichtenergiepegelmeßmodus eingestellt ist, gibt die Verarbeitungseinrichtung **9** das Steuersignal S3a, das einen Offsetbefehl bezeichnet, jedesmal dann an die Vorspannungseinrichtung **6** ab, wenn die in der Taktgeberschaltung vorgegebene Zeitdauer abgelaufen ist.

[0091] Wenn das Steuersignal S3a, das einen Offsetkompensationsbefehl bezeichnet, nicht abgegeben wird, gibt die Verarbeitungseinrichtung **9** das Steuersignal, das einen Meßbefehl bezeichnet, an die Vorspannungseinrichtung **6** ab.

[0092] Wenn dabei der Lichtleitermeßmodus von der Eingabeeinrichtung **1** ausgewählt ist, gibt die Verarbeitungseinrichtung **9** das Steuersignal S1 ab, das die Takterzeugungseinrichtung **2** anweist, einen Lichtimpuls abzugeben.

[0093] Eine Serie von Operationen, einschließlich der Offsetkompensation für die Lichtmeßvorrichtung, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, wird unter Bezugnahme auf die Zeitdiagramme der **Fig. 4A**, **Fig. 4B** und **Fig. 4C** beschrieben.

[0094] Nachdem der Netzschalter (nicht gezeigt) eingeschaltet worden ist, um die Lichtmeßvorrichtung zu starten, wird dann, wenn der Lichtenergiepe-

gelmeßmodus von der Eingabeeinrichtung **1** gewählt worden ist, die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** daran gehindert, einen Lichtimpuls abzugeben, und das von dem Meßobjekt auftreffende Licht wird auf die Lichtdetektiereinrichtung **5** projiziert. Dann führt die Lichtdetektiereinrichtung **5** die lichtelektrische Umwandlung durch.

[0095] Zu diesem Zeitpunkt gibt die Verarbeitungseinrichtung **9** das Steuersignal S3a, das einen Offsetkompensationsbefehl bezeichnet, an die Vorspannungseinrichtung **6** ab.

[0096] Bei Empfang des Steuersignals S3a von der Verarbeitungseinrichtung **9** legt die Vorspannungseinrichtung **6** an die Lichtdetektiereinrichtung **5** eine solche Vorspannung (0) an, daß der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** zu nahezu 0 gemacht wird.

[0097] Dadurch wird praktisch kein Fließen von Ausgangsstrom in der Lichtdetektiereinrichtung **5** zugelassen.

[0098] Zu diesem Zeitpunkt wird der Ausgangswert einschließlich des Dunkelstroms von der Lichtdetektiereinrichtung **5** in der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkt und dann gemeinsam mit der Offsetspannung von der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** in ein Digitalsignal in der A/D-Umwandlungseinrichtung **8** umgewandelt. Das Digitalsignal wird dann in Form von Offsetdaten in dem Lichtenergiepegelmeßmodus in die Verarbeitungseinrichtung **9** eingegeben.

[0099] Die Offsetdaten werden beispielsweise in einem Speicher (nicht gezeigt) innerhalb der Verarbeitungseinrichtung **9** gespeichert.

[0100] Wie die Fig. 4A, Fig. 4B und Fig. 4C zeigen, ist die Zeitdauer seit dem Anlegen einer solchen Vorspannung (0), um den Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** nahezu 0 zu machen, bis zum Anlegen einer solchen Vorspannung (–V), um den Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** in Übereinstimmung mit M ≥ 1 zu bringen, als eine Offsetdatenerfassungsperiode festgelegt.

[0101] Bei Empfang des Steuersignals S3b, das einen Meßbefehl von der Verarbeitungseinrichtung **9** bezeichnet, legt die Vorspannungseinrichtung **6** an die Lichtdetektiereinrichtung **5** eine solche Vorspannung (–V) an, daß der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** der Bedingung M ≥ 1 genügt, um die Lichtdetektiereinrichtung **5** in den Meßzustand zu bringen.

[0102] Der Ausgangsstrom von der Lichtdetektiereinrichtung **5** wird in eine Spannung umgewandelt, und das Spannungsergebnis wird in der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkt.

[0103] Dann wird das in der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkte Signal gemeinsam mit der Offsetspannung von der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** in der A/D-Umwandlungseinrichtung **8** in ein Digitalsignal umgewandelt. Das Digitalsignal wird dann in die Verarbeitungseinrichtung **9** eingegeben.

[0104] Die Verarbeitungseinrichtung **9** führt die Offsetkompensation aus durch Subtraktion der Offsetdaten, die zum Zeitpunkt des vorhergehenden Offsetkompensationsbefehls gemessen und gespeichert wurden (d. h. wenn der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** der Bedingung M = 0 genügt), von den zu dem Zeitpunkt eingegebenen Daten des Digitalsignals.

[0105] Der Wert der Daten nach der Offsetkompensation ist der richtige Lichtenergiepegel des Meßobjekts.

[0106] Wie die Fig. 4A, Fig. 4B und Fig. 4C zeigen, wird die Zeitdauer ab dem Zeitpunkt, zu dem eine solche Vorspannung (–V) angelegt wird, die den Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** in Übereinstimmung mit M ≥ 1 bringt, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem eine solche Vorspannung (0) angelegt wird, die den Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** zu nahezu 0 macht, als dem Meßzustand zugeordnet festgelegt.

[0107] Während der Lichtenergiepegelmeßmodus gewählt ist, werden die Offsetdaten, wenn der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtdetektiereinrichtung **5** nahezu 0 wird, in Zeitintervallen T0 wiederholt erfaßt.

[0108] Innerhalb der Zeitdauer T0 wird die Lichtenergie des auftreffenden Lichts, wenn der Strommultiplikationsfaktor M der Lichtenergieeinrichtung **5** der Bedingung M ≥ 1 genügt, mehr als einmal mit einem rascheren Takt als T0 gemessen.

[0109] Dann werden die bereits gewonnenen Offsetdaten von jedem Meßdatenelement subtrahiert, und der Pegel nach der Subtraktion wird angezeigt.

[0110] Dadurch wird die Anzahl von Malen, zu denen die Offsetdaten gewonnen werden, auf nur einmal reduziert, während gleichzeitig die Verarbeitungseinrichtung **9** die Lichtenergie des auftreffenden Lichts mehr als einmal (beispielsweise 50mal) während der Zeitdauer T0 mißt und anzeigt.

[0111] Die Relation zwischen der Meßanzeige der Lichtenergie des auftreffenden Lichts und der Erfassung der Offsetdaten ist abhängig von der Tempera-

tur in einer Umgebung, in der die Vorrichtung verwendet wird.

[0112] Wenn sich die Temperatur beispielsweise rasch ändert, sollte die Periode T0 kürzer vorgegeben sein, um die Offsetdaten in kürzeren Intervallen zu erfassen.

[0113] Bei der ersten Ausführungsform ermöglicht also einfach das Einschalten der Netzversorgung die automatische erforderliche Offsetkompensation im Lichtenergiepegelmeßmodus in regelmäßigen Zeitintervallen.

[0114] Da die Sperrvorspannung, die an die Lichtdetektiereinrichtung **5** angelegt wird, näher bei 0 ist, werden dabei Meßfehler stärker verringert.

[0115] Die Offsetkompensation bei der ersten Ausführungsform kann auch dann durchgeführt werden, wenn auf die Lichtdetektiereinrichtung **5** kein Licht auftrifft.

[0116] Wenn der Lichtleitermeßmodus von der Eingabeeinrichtung **1** gewählt wird, gibt die Verarbeitungseinrichtung **9** ein Steuersignal S1, das die Abgabe eines Lichtimpulses bezeichnet, an die Takterzeugungseinrichtung **2** ab.

[0117] Wenn die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** von einem Taktsignal S2 von der Takterzeugereinrichtung **2** ausgelöst wird, gibt sie einen Lichtimpuls über die Verzweigungseinrichtung **4** an den zu messenden Lichtleiter **11** ab.

[0118] Die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** gibt den Lichtimpuls in der Periode ab, die der Länge des Lichtleiters **11** entspricht, also in der Periode T, die länger ist als die Dauer t, die das reflektierte Licht seit der Abgabe des Lichtimpulses an den Lichtleiter **11** benötigt, um über die Gesamtlänge des Lichtleiters **11** zurückzukommen.

[0119] Das von dem Lichtleiter **11** als Ergebnis der Zuführung des Lichtimpulses zurückkehrende reflektierte Licht läßt man über die Verzweigungseinrichtung **4** auf die Lichtdetektiereinrichtung **5** treffen. Dann wandelt die Lichtdetektiereinrichtung **5** das Licht in Elektrizität um.

[0120] Das lichtelektrisch umgewandelte Signal wird von der Gleichstromverstärkungseinrichtung **7** verstärkt und von der A/D-Umwandlungseinrichtung **8** in ein Digitalsignal umgewandelt. Das Digitalsignal wird dann in die Verarbeitungseinrichtung **9** eingegeben.

[0121] Die Verarbeitungseinrichtung **9** führt den Vorgang der logarithmischen Umwandlung des eingegebenen Digitalsignals durch Abtasten der Daten aus.

[0122] Auf der Basis des Ergebnisses der Signalverarbeitung wird die Wellenform auf der Anzeigeeinrichtung **10** angezeigt.

[0123] Bei der obigen Operation wird ebenso wie beim Stand der Technik die Offsetkompensation im Lichtleitermeßmodus durchgeführt.

[0124] Speziell wird in jeder Periode T (z. B. in Intervallen von 1 ms) ein Lichtimpuls auf den Lichtleiter **11** projiziert.

[0125] Von einer Anzahl N von (z. B. 5000) Datenelementen, die während einer Periode T abgetastet werden, wird der Mittelwert einer Anzahl M von (z. B. 20) Datenelementen, die das von dem Lichtleiter **11** reflektierte Licht nicht enthalten, als der Offsetpegel bestimmt. Dann erfolgt die Offsetkompensation durch Subtraktion des Offsetpegels von der Anzahl N von abgetasteten Datenelementen.

[0126] Fig. 1B ist ein genaues Schema der Vorspannungseinrichtung **6** in der Lichtmeßvorrichtung gemäß der ersten Ausführungsform.

[0127] In Fig. 1B erhöht eine Erhöhungseinrichtung **61** eine Eingangsgleichspannung (+5 VDC) von dem Eingang (IN) auf eine Wechselspannung (140 VAC) und liefert die Wechselspannung an eine Gleichrichtereinrichtung **62**.

[0128] In der Gleichrichtereinrichtung **62** erfährt die Wechselspannung (140 VAC) eine Vollwellengleichrichtung, und die gleichgerichtete Spannung wird dem Kollektor eines Transistors **63** zugeführt.

[0129] Der Emitter des Transistors **63** ist mit einem Spannungsausgang (OUT) verbunden, der als Vorspannungseinrichtung **6** dient.

[0130] Eine Ausgangsspannungserfassungseinrichtung **64** teilt die Ausgangsspannung an dem Spannungsausgang (OUT) und gibt die geteilte Spannung an einen Fehlerverstärker **65** ab.

[0131] Der Fehlerverstärker **65** vergleicht die Ausgangsspannung von der Ausgangsspannungserfassungseinrichtung **64** mit einer Referenzspannung (2,5 VDC) von einer Referenzspannungserzeugungseinrichtung **66** und steuert die Basis des Transistors **63** so, daß die Differenz zwischen dem Ausgang und der Referenzspannung konstantgehalten werden kann.

[0132] Dabei wird die Referenzspannung von der Referenzspannungserzeugungseinrichtung **66** durch einen veränderlichen digitalen Steuerwiderstand **67** veränderbar vorgegeben.

[0133] Der digitale veränderliche Steuerwiderstand **67** wird beispielsweise durch ein 4-Bit-Steuersignal von der Verarbeitungseinrichtung **9** gesteuert.

[0134] Wie oben beschrieben, kann eine spezielle Sperrspannung an die Lichtdetektiereinrichtung **5** angelegt werden, indem der digitale veränderliche Steuerwiderstand **67** veranlaßt wird, die Referenzspannung von der Referenzspannungserzeugungseinrichtung **66** variabel vorzugeben.

[0135] Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der Lichtmeßvorrichtung der vorliegenden Erfindung.

[0136] Die Lichtmeßvorrichtung der zweiten Ausführungsform ist so aufgebaut, daß die Takterzeugungseinrichtung **2**, die Lichtimpulsabgabeeinrichtung **3** und die Verzweigungseinrichtung **4** der Lichtmeßvorrichtung der ersten Ausführungsform weggelassen sind.

[0137] Anders ausgedrückt, die Lichtmeßvorrichtung der zweiten Ausführungsform ist die gleiche wie die erste Ausführungsform mit der Ausnahme, daß der Lichtleitermeßmodus nicht vorgesehen ist.

[0138] Bei dieser Konfiguration kann der Lichtenergiepegelmeßmodus der ersten Ausführungsform eingestellt werden, wenn der Netzschalter eingeschaltet wird.

[0139] Nur durch Einschalten des Netzschalters kann also der Lichtenergiepegel, der einer automatischen Offsetkompensation unterzogen wird, gemessen werden.

[0140] Bei der ersten Ausführungsform wird das Signal zu dem Zeitpunkt, zu dem der Lichtenergiepegelmeßmodus gewählt wird, als ein Triggersignal genutzt. Bei der zweiten Ausführungsform wird als Triggersignal das Signal zu dem Zeitpunkt genutzt, zu dem der Netzschalter eingeschaltet wird. Mit diesen Triggersignalen werden die Offsetdaten in Intervallen der Periode T0 erfaßt, während gleichzeitig der Lichtenergiepegelmeßmodus oder der Netzschalter aktiviert ist.

[0141] Die Eingabeeinrichtung **1** kann mit einer gesonderten Taste zur Wahl des Offsetmodus versehen sein. Dann kann zugelassen werden, daß die Verarbeitungseinrichtung **9** einen Offsetkompensationsbefehl oder einen Meßbefehl an die Vorspannungseinrichtung **6** ausgibt in Abhängigkeit davon, ob das Signal zu dem Zeitpunkt, zu dem der Offsetmodus gewählt wird, an- oder abwesend ist, so daß eine variable Steuerung der Sperrvorspannung ermöglicht wird, die an die Lichtdetektiereinrichtung **5** angelegt wird.

[0142] Das ermöglicht die Durchführung der notwendigen Offsetkompensation in Abhängigkeit von Änderungen der Umgebung nur durch eine Tastenbetätigung an der Eingabeeinrichtung **1**.

[0143] Wie oben beschrieben, ist es mit der vorliegenden Erfindung möglich, den zeitaufwendigen Vorgang der Abschattung von Licht vor der Messung, wie das bei herkömmlichen Energiemeßeinrichtungen erfolgt, zu reduzieren, die notwendige Offsetkompensation für die Lichtenergiepegelmessung automatisch mit einer einfachen Konfiguration durchzuführen und hochpräzise Meßergebnisse zu erhalten.

Patentansprüche

1. Lichtmeßvorrichtung, die folgendes aufweist:
– eine Lichtdetektiereinrichtung (**5**), die Licht von einem Meßobjekt (**11**) empfängt und einen Strom abgibt, der zu der Intensität des Lichtes proportional ist, wobei der von der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) abgegebene Strom in Abhängigkeit von dem Pegel einer Sperrvorspannung variiert, die an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) angelegt wird,
– eine Gleichstromverstärkungseinrichtung (**7**), die ein Signal abgibt, dessen Pegel zu dem von der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) abgegebenen Strom proportional ist, und
– eine Verarbeitungseinrichtung (**9**), welche die Intensität von Licht von dem Meßobjekt (**11**) aus einem ersten Ausgangssignal von der Gleichstromverstärkungseinrichtung (**7**) bestimmt,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtmeßvorrichtung ferner eine Vorspannungseinrichtung (**6**) aufweist, die so ausgebildet ist, daß sie eine erste Sperrvorspannung erzeugt, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) zu verhindern, und eine zweite Sperrvorspannung erzeugt, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) zu ermöglichen, und so ausgebildet ist, daß sie die erste Sperrvorspannung und die zweite Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung (**6**) anlegt,
– wobei die Vorspannungseinrichtung (**6**) so ausgebildet ist, daß sie die erste Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) anlegt, um den Strommultiplikationsfaktor der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) nahezu zu Null zu machen, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) zu verhindern, und ferner so ausgebildet ist, daß sie die zweite Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) anlegt, um den Strommultiplikationsfaktor der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) zu Eins oder größer zu machen, um das Fließen des Ausgangsstroms der Lichtdetektiereinrichtung (**5**) zur Messung der Intensität von Licht von dem Meßobjekt (**11**) zu ermöglichen, und
– wobei die Verarbeitungseinrichtung (**9**) Offsetdaten erfaßt, die aus einem ersten Ausgangssignal extrahiert werden, das von der Gleichstromverstärkungs-

einrichtung (**7**) erzeugt wird, wenn die Vorspannungseinrichtung (**6**) gesteuert wird, so daß die erste Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) angelegt werden kann, und dann die Intensität von Licht von dem Meßobjekt (**11**) aus einem zweiten Ausgangssignal bestimmt, das von der Gleichstromverstärkungseinrichtung (**7**) erzeugt wird, wenn die Vorspannungseinrichtung (**6**) gesteuert wird, so daß die Sperrvorspannung an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) angelegt werden kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) eine InGaAs-Lawinenfotodiode aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die erste Sperrvorspannung, welche die Vorspannungseinrichtung (**6**) an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) anlegt, im Bereich von 0 V oder höher bis 13 V oder niedriger liegt,
und daß die zweite Sperrvorspannung im Bereich von 16 V oder höher bis 100 V oder niedriger liegt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Verarbeitungseinrichtung (**9**) dann, wenn sie einen Befehl empfängt, die Intensität von Licht von dem Meßobjekt (**11**) zu bestimmen, die Vorspannungseinrichtung (**6**) veranlaßt, die erste Sperrvorspannung während einer ersten speziellen Periode zur Erfassung von Offsetdaten an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) anzulegen, das erste Ausgangssignal von der Gleichstromverstärkungseinrichtung (**7**) empfängt und es als Offsetdaten speichert,
und daß die Verarbeitungseinrichtung (**9**) nach Ablauf der speziellen Periode die Vorspannungseinrichtung (**6**) veranlaßt, die zweite Sperrvorspannung während einer zweiten speziellen Periode zur Bestimmung der Intensität von Licht von dem Meßobjekt (**11**) an die Lichtdetektiereinrichtung (**5**) anzulegen, das zweite Ausgangssignal von der Gleichstromverstärkungseinrichtung (**7**) empfängt und die Intensität von Licht von dem Meßobjekt (**11**) durch Subtraktion der Offsetdaten mehr als einmal während der zweiten speziellen Periode bestimmt.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

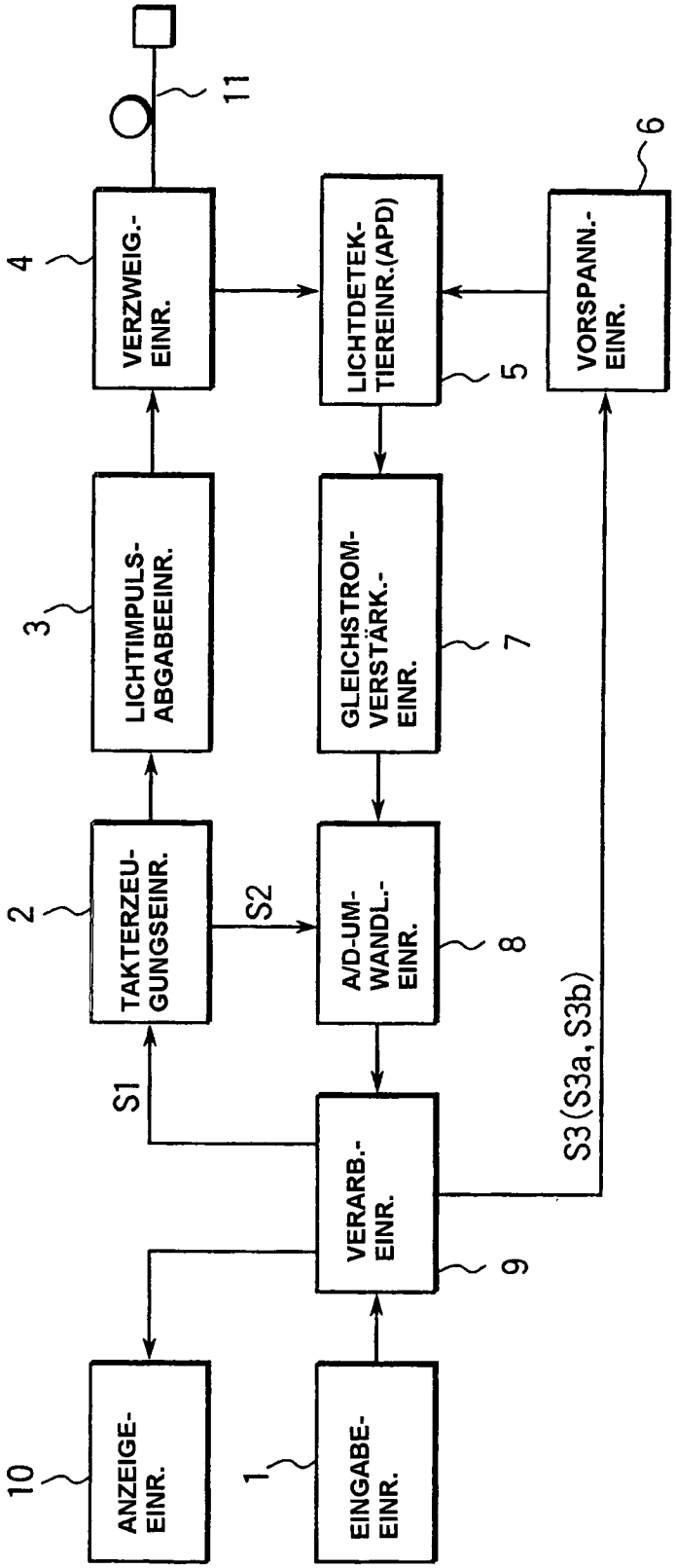


FIG. 1A

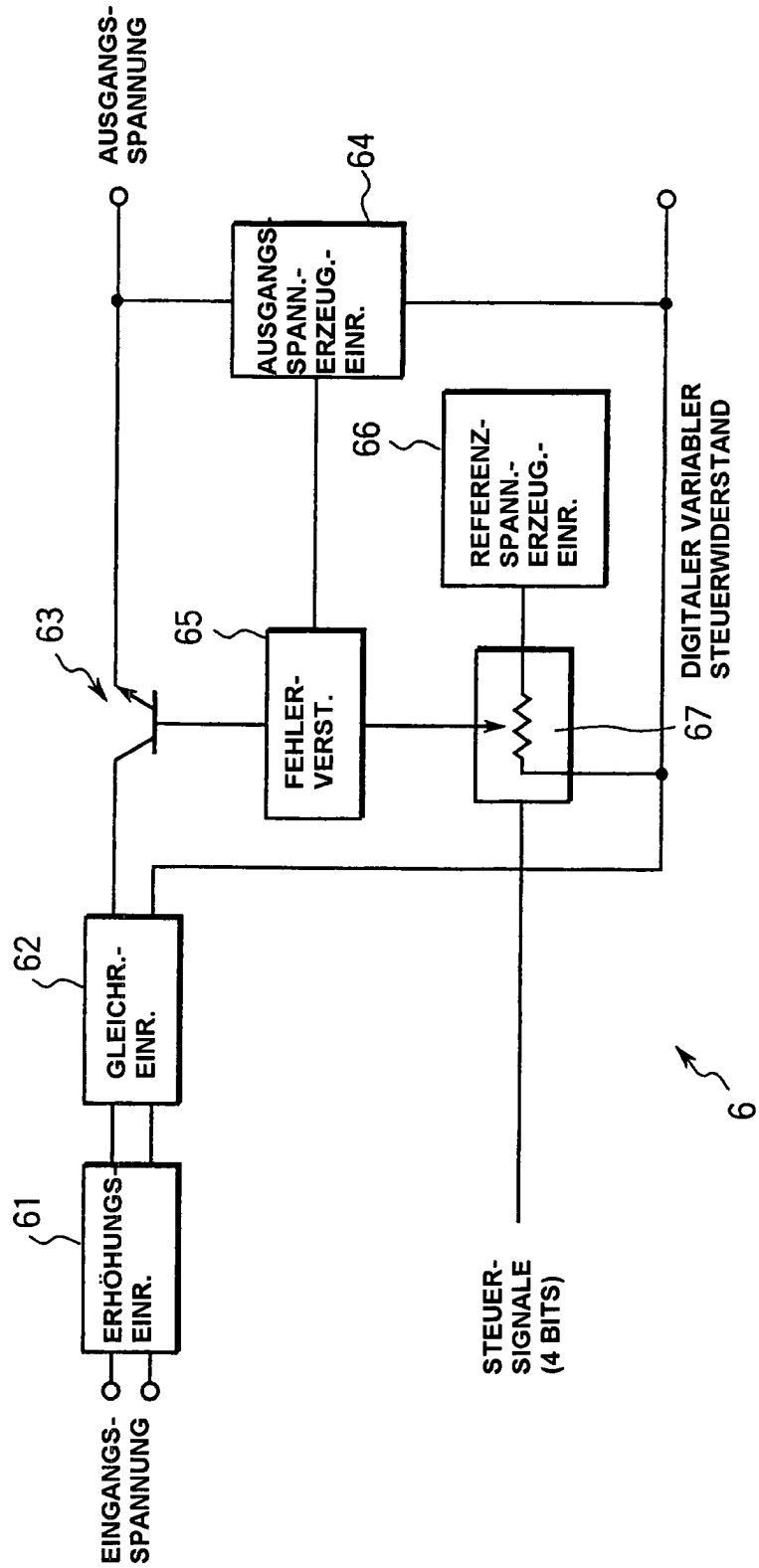

AUSGANGS-SPANNUNG
64
AUSGANGS-SPANN.-ERZEUG.-EINR.
66
REFERENZ-SPANN.-ERZEUG.-EINR.
63
65
FEHLER-VERST.
67
DIGITALER VARIABLER STEUERWIDERSTAND
62
GLEICHR.-EINR.
61
ERHÖHUNGS-EINR.
EINGANGS-SPANNUNG
STEUER-SIGNALE (4 BITS)
6

FIG. 1B

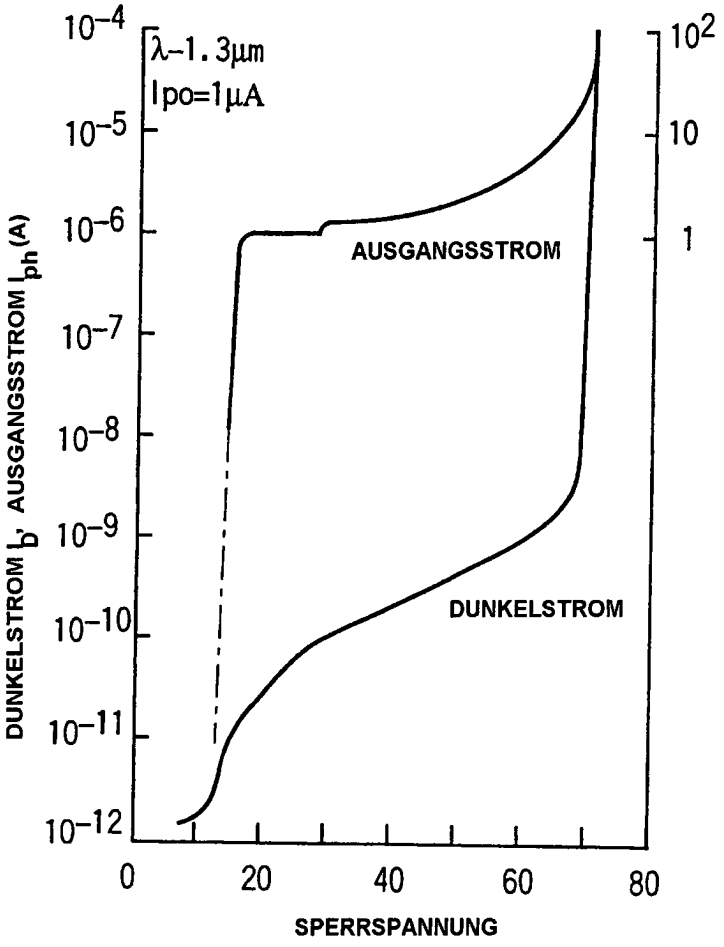

λ-1.3μm
Ipo=1μA
AUSGANGSSTROM
DUNKELSTROM
DUNKELSTROM Id, AUSGANGSSTROM Iph (A)
SPERRSPANNUNG
10-4
10-5
10-6
10-7
10-8
10-9
10-10
10-11
10-12
102
10
1
0
20
40
60
80

FIG. 2

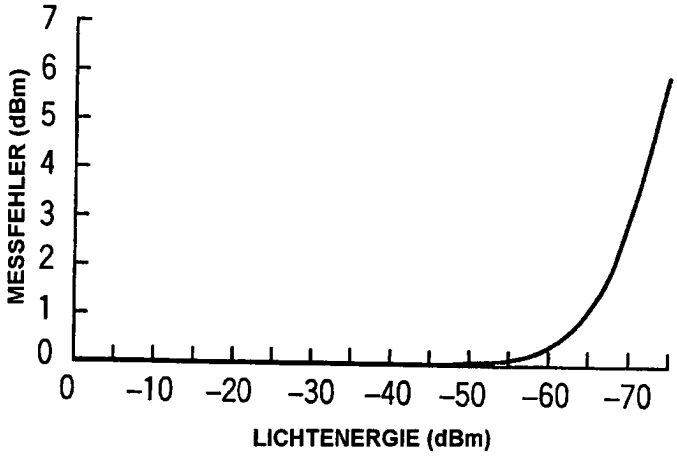

MESSFEHLER (dBm)
LICHTENERGIE (dBm)
0
1
2
3
4
5
6
7
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70

FIG. 3

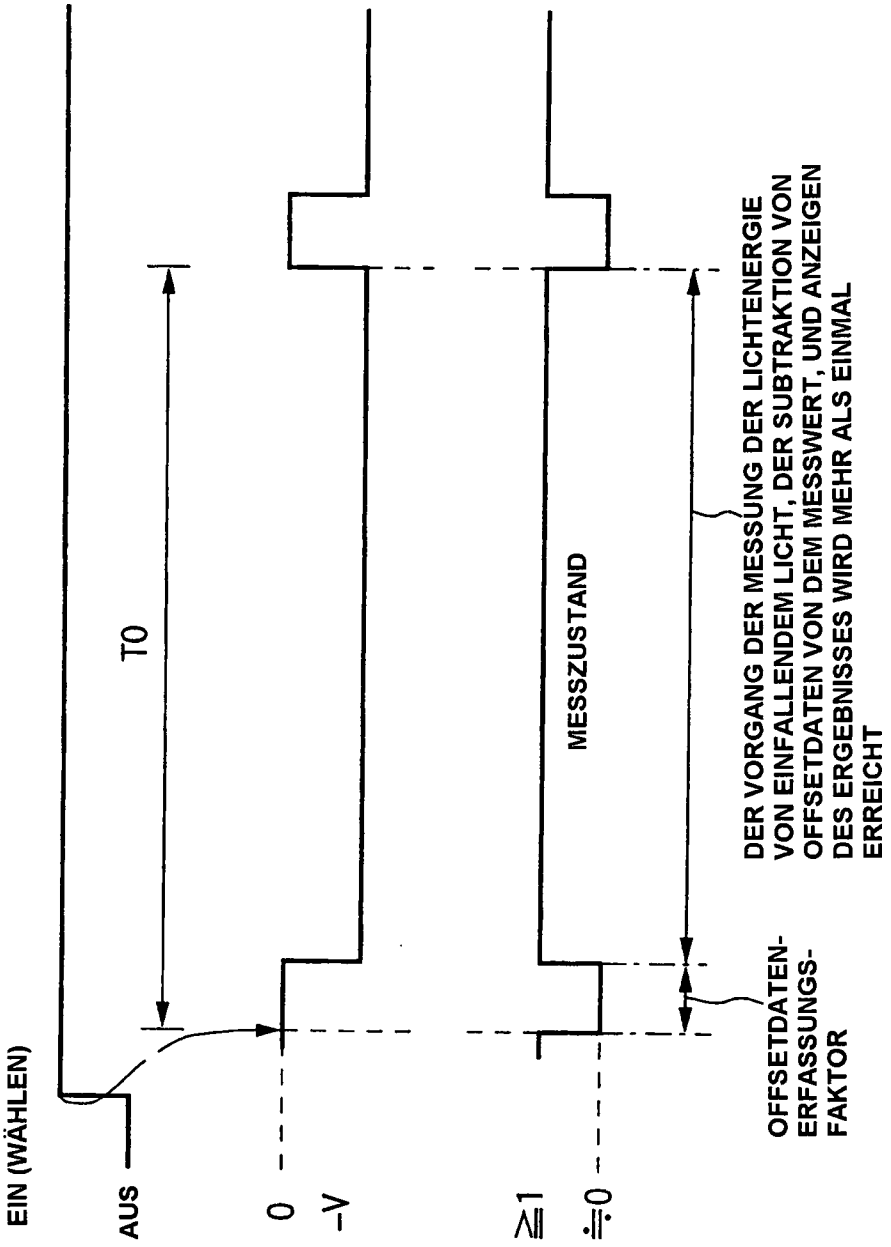


FIG. 4A

FIG. 4B

FIG. 4C

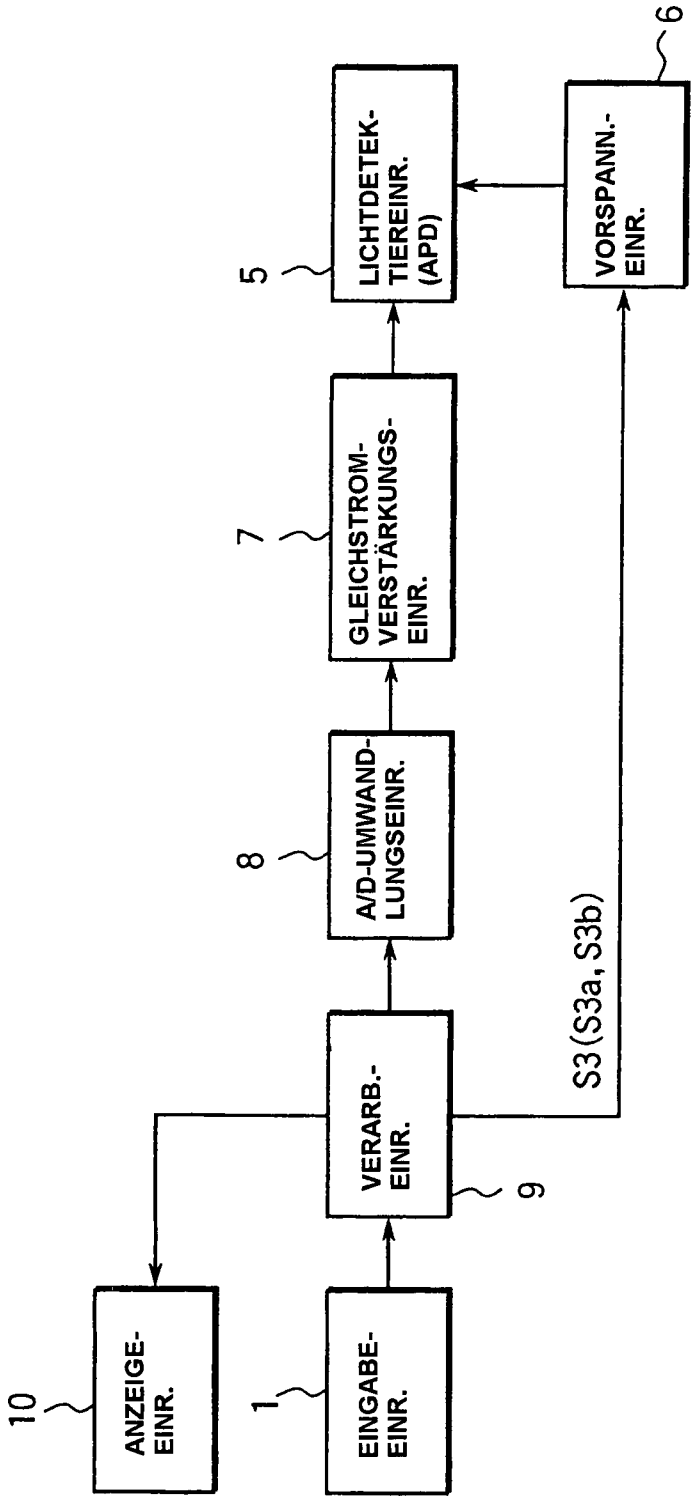

ANZEIGE-EINR.
EINGABE-EINR.
VERARB.-EINR.
A/D-UMWAND-LUNGSEINR.
GLEICHSTROM-VERSTÄRKUNGS-EINR.
LICHTDETEK-TIEREINR. (APD)
VORSPANN.-EINR.
10
1
9
8
7
5
6
S3 (S3a, S3b)

FIG. 5

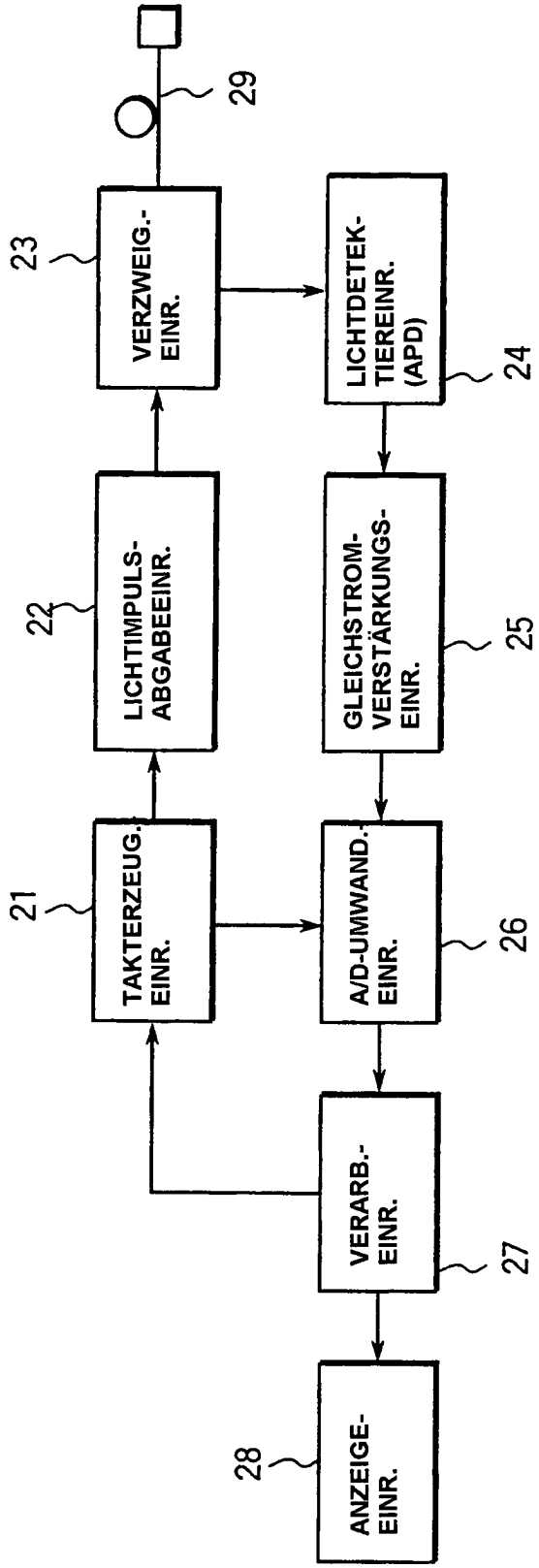

29
23
VERZWEIG.-EINR.
LICHTDETEK-TIEREINR. (APD)
24
22
LICHTIMPULS-ABGABEEINR.
GLEICHSTROM-VERSTÄRKUNGS-EINR.
25
21
TAKTERZEUG. EINR.
A/D-UMWAND. EINR.
26
VERARB.-EINR.
27
28
ANZEIGE-EINR.

FIG. 6