



(10) **DE 10 2012 111 433 A1** 2014.05.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 111 433.1**

(22) Anmeldetag: **26.11.2012**

(43) Offenlegungstag: **28.05.2014**

(51) Int Cl.: **F16P 3/14** (2006.01)
H05B 37/02 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Pilz Auslandsbeteiligungen GmbH, 73760,
Ostfildern, DE**

(72) Erfinder:

Erfinder wird später genannt werden

(74) Vertreter:

**WITTE, WELLER & PARTNER Patentanwälte mbB,
70173, Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

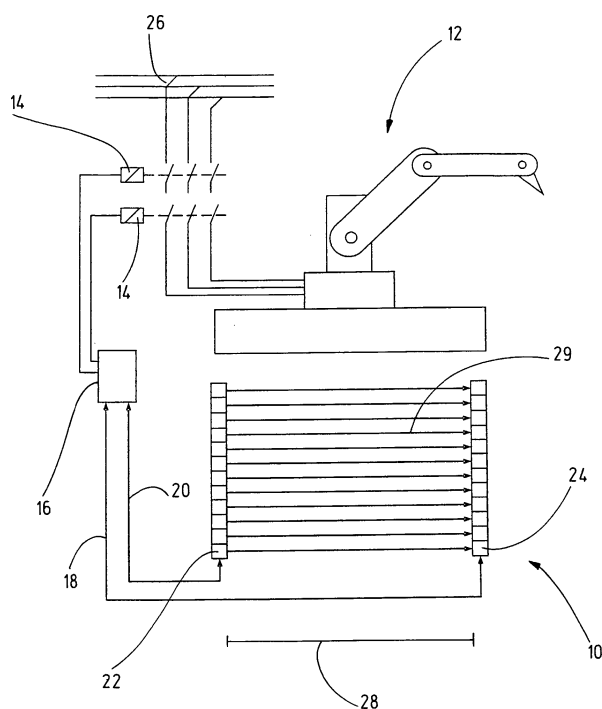
DE	000002450648	A1
DE	25 30 000	A1
DE	31 44 747	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optoelektrische Schutzeinrichtung zum Absichern einer Gefahrenstelle**

(57) Zusammenfassung: Eine optoelektronische Schutz-
einrichtung (10) zum Absichern einer Gefahrenstelle (12) be-
sitzt einen optischen Sender (22) und einen optischen Emp-
fänger (24), die in einem räumlichen Abstand (28) voneinan-
der angeordnet sind. Der optische Sender (22) beinhaltet ei-
ne Spannungsversorgung (30) und eine Halbleiterlichtquel-
le (38) und sendet Lichtimpulse zum optischen Empfänger
(24). Der optische Sender (22) besitzt ein Schaltelement (34)
und zumindest eine Speicherkapazität (36). Die Speicherkapazi-
tät (36) ist mit der Halbleiterlichtquelle (38), der Span-
nungsversorgung (30) und dem Schaltelement (34) gekop-
pelt. Bei geschlossenem Zustand des Schaltelements (34)
fließt ein Entladestrom (50) der Speicherkapazität (36) durch
die Halbleiterlichtquelle (38) und der entstehende Lichtim-
puls hängt in seiner Leistung von der Speicherkapazität (36)
ab. Die Spannungsversorgung (30) lädt die Speicherkapazi-
tät (36) vor dem Schließen des Schaltelements (34) auf eine
Ladespannung auf, die größer als die definierte Nennspan-
nung ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine optoelektronische Schutzeinrichtung und ein Verfahren zum Absichern einer Gefahrenstelle, mit einem optischen Sender und einem optischen Empfänger, die in einem räumlichen Abstand voneinander angeordnet sind, wobei der optische Sender eine Spannungsversorgung und eine Halbleiterlichtquelle beinhaltet und Lichtimpulse zum optischen Empfänger sendet.

[0002] Eine solche Schutzeinrichtung ist beispielsweise aus DE 10 2007 024 210 A1 bekannt.

[0003] Die Erfindung betrifft ganz allgemein das Gebiet der Sicherheitstechnik im Sinne von Schutz von Personen und/oder materiellen Werten vor Gefahren, die von automatisiert arbeitenden Anlagen oder Maschinen ausgehen, wie z. B. von automatisiert arbeitenden Robotern. Eine typische Schutzmaßnahme besteht darin, den Gefahrenbereich einer solchen Anlage abzusperren, so dass ein Betreten des Gefahrenbereiches entweder verhindert wird oder zum Anhalten, zum Abschalten oder anderweitigen Entschärfen der gefährlichen Betriebssituation führt. Zum Absperren eines solchen Gefahrenbereiches werden häufig mechanische Schutztüren oder Schutzzäune verwendet. In vielen Fällen ist jedoch ein Zugang in den abgesicherten Gefahrenbereich notwendig, sei es weil Bedienpersonal regelmäßig Zugang zu der Maschine benötigt und/oder weil Material in den oder aus dem Gefahrenbereich transportiert werden muss. Für solche Fälle werden häufig optoelektronische Schutzeinrichtungen eingesetzt, insbesondere Lichtschranken, Lichtgitter oder Lichtvorhänge. Solche optoelektronischen Sensoren erzeugen einen oder mehrere Sendestrahlen, die mit einem oder mehreren Empfangselementen detektiert werden. Wird ein Sendestrahl beispielsweise von einem Körperteil einer Person unterbrochen, kann diese Unterbrechung mit Hilfe der Empfangselemente erkannt werden und die abgesicherte Anlage kann abgeschaltet oder angehalten werden.

[0004] Eine wesentliche Einschränkung von Lichtschranken und Lichtgittern ist die begrenzte Reichweite der optischen Sender, die im Wesentlichen durch die verwendete Lichtquelle im Sender bestimmt wird. Dies lässt sich durch die Einteilung des Schutzbereiches in kleinere Segmente lösen, jedoch werden dann wieder zusätzliche mechanische Zwischenelemente benötigt, um den Bereich vollständig zu sichern. Weiterhin gibt es Anwendungsfälle, in denen der Schutzbereich eine feste Größe aufweisen muss, beispielsweise wenn ein Fahrzeug in den Bereich einfahren soll und dieses eine feste Breite aufweist. In diesen Fällen muss entweder auf mechanische Schutztüren und -verriegelungen zurückgegriffen werden oder die Lichtschranke muss mit speziellen Hochleistungslichtdioden ausgestattet werden.

Spezielle Hochleistungsdioden können dabei einen größeren Abstand überbrücken, sind jedoch sehr teuer in der Herstellung und damit für eine kostengünstige Ausstattung nicht geeignet.

[0005] DE 10 2008 039 351 B3 offenbart eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Halbleiterlichtquelle, wobei ein Speicherkondensator parallel zu der Halbleiterlichtquelle angeordnet ist. Der Hauptstrompfad der Schaltungsanordnung besteht aus der Serienschaltung eines Schaltelements, einer Induktivität und einer Antiparallelschaltung bestehend aus einer Diode und der Halbleiterlichtquelle. Parallel zu dem Schaltelement ist noch ein Resonanzkondensator angeordnet. Bei geschlossenem Schaltelement fließt ein Strom von dem Speicherkondensator durch die Halbleiterlichtquelle und die Induktivität. Nachdem das Schaltelement geöffnet wurde, wird der Strom durch die Induktivität und die Spannung am Speicherkondensator weitergetrieben und der Resonanzkondensator aufgeladen. Wenn der Strom Null wird, ist die Spannung am Resonanzkondensator größer als die Spannung am Speicherkondensator. Es entsteht ein Strom in umgekehrter Richtung durch die Induktivität und die Diode. Die bekannte Schaltungsanordnung ermöglicht ein Schalten des Schaltelements bei einer Spannung, die jeweils weitgehend Null ist.

[0006] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine optoelektronische Schutzeinrichtung anzugeben, die einerseits große Sicherheitsbereiche abdecken kann, gleichzeitig jedoch kostengünstig und aus Standardkomponenten herstellbar ist.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe durch eine optoelektronische Schutzeinrichtung und ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, wobei der optische Sender ferner ein Schaltelement und zumindest eine Speicherkapazität aufweist, wobei die Speicherkapazität mit der Halbleiterlichtquelle, der Spannungsversorgung und dem Schaltelement gekoppelt ist, wobei bei geschlossenem Zustand des Schaltelements ein Entladestrom der Speicherkapazität durch die Halbleiterlichtquelle fließt, so dass der entstehende Lichtimpuls in seiner Leistung von der Speicherkapazität abhängig ist, wobei die Halbleiterlichtquelle eine definierte Nennspannung besitzt, und wobei die Spannungsversorgung die Speicherkapazität vor dem Schließen des Schaltelements auf eine Ladespannung auflädt, die größer als die definierte Nennspannung ist.

[0008] Der Erfindung liegt somit die Idee zugrunde, die optoelektronische Schutzeinrichtung mit einem gepulsten Lichtstrahl zu betreiben, welcher sich durch kurze Impulse mit einer hohen Lichtleistung auszeichnet. Die Speicherkapazität wird dazu auf eine Spannung aufgeladen, die größer, vorzugsweise

mehr als das Doppelte und insbesondere das fünf- bis achtfache der Nennspannung der verwendeten Halbleiterlichtquelle ist. Diese Spannung wird anschließend an der Halbleiterlichtquelle entladen, indem das Schaltelement, vorzugsweise ein Feldeffekttransistor (FET), kurzzeitig geschlossen wird. Die elektrische Energie, die zum Erzeugen des Lichtimpulses benötigt wird, wird hier von der Speicherkapazität zur Verfügung gestellt und nicht, wie häufig üblich, direkt der Spannungsversorgung entnommen. Die Nennspannung der Halbleiterlichtquelle bezeichnet dabei die Spannung, mit der die Halbleiterlichtquelle gewöhnlich betrieben wird oder nach Herstellerangaben normalerweise betrieben werden soll. In der Regel ist die Nennspannung durch den Hersteller der Halbleiterlichtquelle in einem Datenblatt spezifiziert. Die Spezifikation kann einen Toleranzbereich beinhalten, wobei die Speicherkapazität dann auf eine Ladespannung aufgeladen wird, die höher als die Nennspannung einschließlich des Toleranzbereichs ist. Bei einer handelsüblichen roten Leuchtdiode liegt die Nennspannung typischerweise zwischen 1,6 und 2,1 Volt, wohingegen die Ladespannung in einigen Ausführungsbeispielen größer 10 Volt ist.

[0009] Beim Entladen der Speicherkapazität fließt die in der Speicherkapazität gespeicherte Energie in Form eines Entladestroms durch die Halbleiterlichtquelle. Der Entladestrom ist umso größer, je kleiner der entgegenwirkende Widerstand ist. Da die Halbleiterlichtquelle eine exponentielle Strom-Spannungskennlinie aufweist und die anliegende Spannung sehr hoch ist, wirkt die Halbleiterlichtquelle wie ein Kurzschluss, so dass sich die Speicherkapazität mit einem hohen Entladestrom, vorzugsweise zwischen 5 und 15 Ampere, nahezu blitzartig entlädt.

[0010] Je höher der Strom ist, umso höher ist die Lichtleistung, die von der Halbleiterlichtquelle abgegeben werden kann. Durch den hohen Entladestrom emittiert die Halbleiterlichtquelle daher eine besonders hohe Lichtleistung. Eine Belastung mit einem derart hohen Strom zerstört gewöhnlich die Halbleiterlichtquelle, so dass diese nur für einen sehr kurzen Zeitraum derart hoch bestromt werden darf. Über ein Schaltelement ist eine derart kurze Belastungsdauer mit einem derart hohen Strom schwer realisierbar, so dass bei der neuen Schutzeinrichtung die Impulsdauer und infolge dessen die Belastungsdauer maßgeblich von der Dimension der Speicherkapazität abhängt. Mit anderen Worten liegt der hohe Entladestrom in bevorzugten Ausführungsbeispielen aufgrund des begrenzten Speichervermögens der Speicherkapazität nur sehr kurzzeitig an der Halbleiterlichtquelle an. Die Lichtquelle wird maximal mit der in der Speicherkapazität gespeicherten elektrischen Energie belastet. Dadurch wird eine Zerstörung der Halbleiterlichtquelle vermieden.

[0011] Durch die gewählte Schaltungsanordnung im optischen Sender können somit Impulse mit hoher Lichtleistung auch mit handelsüblichen „einfachen“ Halbleiterlichtquellen erzeugt werden, insbesondere mit einer einfachen Infrarotdiode, deren Nennspannung deutlich unterhalb der Ladespannung der Speicherkapazität spezifiziert ist. Die Leistung des erzeugten Lichtimpulses ist dabei so hoch, dass auch ein weiter Abstand zwischen Sender und Empfänger überbrückt werden kann, welcher unter Normalbetrieb der verwendeten Halbleiterlichtquelle, also bei Nennspannung, nicht möglich gewesen wäre. Gleichzeitig ist die benötigte Schaltung zum Erzeugen dieser Lichtimpulse einfach und mit wenigen Bauteilen realisiert, so dass die Herstellkosten für die optoelektronische Schutzeinrichtung gering gehalten werden können.

[0012] Die oben genannte Aufgabe ist daher vollständig gelöst.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Speicherkapazität direkt mit der Halbleiterlichtquelle verbunden.

[0014] In dieser Ausgestaltung liegt die hohe Ladespannung der Speicherkapazität unmittelbar an der Halbleiterlichtquelle an und das Schaltelement schließt den Entladestromkreis. Durch die hohe Spannung und die exponentielle Strom-Spannungskennlinie der Halbleiterlichtquelle kann kurzzeitig ein sehr hoher Strom fließen, der die Leistung des resultierenden Lichtimpulses maßgeblich bestimmt.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Entladestrom ein Vielfaches höher als der Nennstrom der Halbleiterlichtquelle.

[0016] In dieser Ausgestaltung fließt ein Strom durch die Halbleiterlichtquelle, der weit über dem Nennstrom der Halbleiterlichtquelle liegt. Der Nennstrom ist dabei der Strom, den der Hersteller angibt, mit dem die Halbleiterlichtquelle kontinuierlich betrieben werden kann. Vorzugsweise ist der Entladestrom größer als der Nennstrom, der für die Halbleiterlichtquelle für einen gepulsten Betrieb vorgegeben ist. Um die Halbleiterlichtquelle nicht zu zerstören, fließt der Entladestrom aufgrund des begrenzten Speichervermögens der Speicherkapazität nur für einen sehr kurzen Augenblick, beispielsweise 20 Nanosekunden. Da die Lichtleistung maßgeblich vom Strom abhängig ist, der die Halbleiterlichtquelle durchfließt, entsteht so ein sehr kurzer, aber leistungsstarker Lichtimpuls.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Schaltdauer des Schaltelements im Mikro- oder Nanosekundenbereich, insbesondere im zweistelligen Nanosekundenbereich.

[0018] Die Schaltdauer des Schaltelements ist in dieser Ausgestaltung die Zeitdauer, während der das Schaltelement geschlossen ist. Die Entladung der Speicherkapazität erfolgt bei geschlossenem Schaltzustand des Schaltelements, vorzugsweise unmittelbar beim Umschalten. Die Schaltdauer ist in den bevorzugten Ausführungsbeispielen kleiner als eine 1 ms, vorzugsweise kleiner 1 μ s. Die Entladung der Speicherkapazität erfolgt noch schneller und ist in bevorzugten Ausführungsbeispielen beendet, bevor das Schaltelement in den offenen Zustand zurückkehrt. Vorzugsweise ist das Schaltelement nur während der Entladezeit im geschlossen Zustand. Die Ausgestaltung besitzt den Vorteil, dass ein Stromfluss durch die Halbleiterlichtquelle definiert unterbrochen werden kann, und zwar unabhängig von der Entladezeitdauer der Speicherkapazität. Damit kann vorteilhaft verhindert werden, dass ein durch den Ladestrom hervorgerufener parasitäre Strom aus der Spannungsversorgung durch die Halbleiterlichtquelle fließt und diese zusätzlich belastet. Weiterhin könnte ein parasitärer Strom zu einem Nachleuchten der Halbleiterlichtquelle führen, nachdem der Entladestrom abgeklungen ist. Durch eine kurze Schaltdauer des Schaltelements kann die Zeit, in der ein unerwünschter Strom durch die Halbleiterlichtquelle fließt, beschränkt werden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist die Dauer des Lichtimpulses abhängig von der Speicherkapazität.

[0020] Eine wesentliche Charakteristik des Senders einer optischen Schutzeinrichtung ist die Dauer des Lichtimpulses. Vorzugsweise hängt diese Dauer hier in erster Linie von der Dimensionierung der Speicherkapazität und von der Spannung ab, auf die die Speicherkapazität aufgeladen wird. Liegt eine hohe Spannung an der Halbleiterlichtquelle an, ist ihr Widerstand und somit der Widerstand des gesamten Schaltkreises gering, wodurch ein hoher Strom fließen kann. Weiterhin wird durch die Wahl des Speicherkapazitätswertes, vorzugsweise 5 nF, die Energiemenge festgelegt, die die Speicherkapazität bei einer bestimmten Spannung aufnehmen kann. Die Energiemenge wiederum ist maßgeblich für die Menge an Strom, die insgesamt aus der Speicherkapazität fließen kann. Steht dem Strom nur ein sehr geringer Widerstand entgegen, ist die Zeitdauer des Stromflusses folglich durch die Menge der zur Verfügung stehenden Energie in der Speicherkapazität bestimmt. Die Speicherkapazität legt somit die maßgebliche Dauer des Lichtimpulses fest, was vorteilhaft ist, weil dann die Ansteuerung des Schaltelements, insbesondere das Öffnen des Schaltelements, unkritisch ist. Die Schutzeinrichtung kann dementsprechend kostengünstiger realisiert werden.

[0021] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Halbleiterlichtquelle eine durchschnittliche

Lichtleistung auf und der Lichtimpuls weist eine optische Leistungsspitze auf, die um ein Vielfaches höher ist als die durchschnittliche Lichtleistung der Halbleiterlichtquelle.

[0022] In dieser Ausgestaltung sendet die Halbleiterlichtquelle einen Lichtimpuls aus, dessen Leistung wesentlich höher ist als die durchschnittliche Lichtleistung der Halbleiterlichtquellen. Die Lichtleistung bestimmt maßgeblich die Entfernung, in der das Licht noch zuverlässig auswertbar empfangen werden kann und ist einerseits abhängig vom verwendeten Material der Halbleiterlichtquelle und andererseits von dem Strom, der durch die Halbleiterlichtquelle fließt. Die durchschnittliche Lichtleistung ist die Lichtleistung, die bei anliegen des Nennstroms der Halbleiterlichtquelle, emittiert wird. Im gepulsten Betrieb der Halbleiterlichtquelle wird herstellerseitig üblicherweise ein höherer Nennstrom als für einen Dauerbetrieb angegeben, so dass auch die Lichtleistung der Impulse höher sein kann als im Dauerbetrieb. In der bevorzugten Ausgestaltung liegt die optische Leistungsspitze jedoch höher, vorzugsweise ein fünf- bis zehnfaches über der Lichtleistung beim herstellerseitig vorgeschriebenen gepulsten Betrieb. Auf diese Weise können mit einfachen Halbleiterlichtquellen, wie beispielsweise einfachen Infrarotdioden, höhere Pulssendeleistungen und höhere Änderungsraten der Pulssendeleistung erreicht werden. Somit können beim Einsatz in einer Lichtschranke weitere Entfernungen überbrückt werden. Besonders vorteilhaft ist diese Ausgestaltung, wenn vom Empfänger nicht die Leistung des Impulses gemessen wird, sondern dessen Änderung über die Zeit. Ein kurzer Impuls mit einer hohen Leistungsspitze hat eine sehr hohe Änderungsrate.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die Speicherkapazität einen Kapazitätswert im Mikro- oder Nanofaradbereich auf, insbesondere im einstelligen Nanofaradbereich.

[0024] Die Wahl des entsprechenden Kapazitätswertes der Speicherkapazität bestimmt hier vorteilhaft die Lade- und Entladezeit der Speicherkapazität, sowie die Menge der gespeicherten Energie. Ein Kapazitätswert im Nanofaradbereich, vorzugsweise kleiner 100 nF und insbesondere kleiner als 10 nF, erzeugt einen besonders geeigneten Lichtimpuls an der Halbleiterlichtquelle ohne Zerstörung selbiger. Ein kleiner Kapazitätswert verringert zudem die Ladezeit und begrenzt weiterhin die Energiemenge. Die Energiemenge ist maßgeblich für die Dauer des Stromflusses und somit für die Belastung der Halbleiterlichtquelle.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung fließt beim Entladen der Speicherkapazität ein vernachlässigbarer parasitärer Strom durch die Halbleiterlichtquelle.

[0026] In dieser Ausgestaltung ist der Ladestrom für die Speicherkapazität wesentlich kleiner als der Entladestrom. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Ladestrom im Bereich von 100 mA und der Pulsstrom im Bereich um 10 A. Dementsprechend ist der Ladestrom in bevorzugten Fällen höchstens 1/10 des Entladestroms, vorzugsweise höchstens 1/50 und insbesondere in der Größenordnung von etwa 1/100 des Entladestroms. Der Sender weist vorteilhaft einen Ladewiderstand auf, welcher den Ladestrom bestimmt. Der Ladestrom, somit auch ein eventueller parasitärer Strom, der zur Halbleiterquelle abfließt, ist zu Beginn der Ladezeit am größten und nimmt über die Zeit exponentiell ab. Der Anfangsstromwert wird maßgeblich durch den Ladewiderstand bestimmt. Je größer der Ladewiderstand, desto kleiner ist der Ladestrom. Bei geschlossenem Zustand des Schaltelements kann in einigen Ausführungsbeispielen ein Teil des Ladestroms als parasitärer Strom durch die Halbleiterquelle fließen. Dieser parasitäre Strom soll möglichst klein und insbesondere sehr viel kleiner sein als der große Entladestrom aus der Speicherkapazität. Er belastet jedoch die Halbleiterquelle zusätzlich und kann zu einem Nachleuchten der Halbleiterquelle nach dem Entladen der Speicherkapazität führen, solange das Schaltelement geschlossen ist. Als besonders geeignet hat sich in einigen Ausführungsbeispielen ein Widerstand in dreistelligen Ohmbereich, vorzugsweise mehr als 300 Ohm, erwiesen zum Einstellen eines günstigen Verhältnis zwischen Ladedauer und Größe des Ladestroms, so dass allenfalls ein vernachlässigbarer parasitärer Strom fließt.

[0027] In einer weiteren Ausgestaltung ist zur Halbleiterlichtquelle eine Bypass-Diode antiparallel angeordnet.

[0028] In dieser Ausgestaltung ist eine Bypass-Diode antiparallel, d. h. mit einer zur Halbleiterlichtquelle gegenläufigen Durchlassrichtung, an der Halbleiterquelle angeschlossen. Die Bypass-Diode ist dazu eingangseitig mit der Kathode der Halbleiterlichtquelle und ausgangseitig mit der Anode der Halbleiterlichtquelle verbunden. Die Anode der Halbleiterlichtquelle ist in bevorzugten Ausführungsbeispielen mit der positiven Elektrode der Speicherkapazität verbunden. Der Ladestrom fließt über die Bypass-Diode an der Halbleiterquelle vorbei. Diese bevorzugte Ausgestaltung vermeidet ein Nachleuchten der Halbleiterlichtquelle, das durch einen Ladestrom bei geschlossenem Schaltelement oder durch einen parasitären Strom, der durch eine unvermeidbare parasitäre Kapazität am Schaltelement bspw. zwischen Drain und Source eines FET entsteht, hervorgerufen wird.

[0029] In einer weiteren Ausgestaltung ist am Schaltelement eine Treiberstufe angeordnet, die dazu ausgebildet ist, das Schaltelement mit einer Schaltüber-

gangsdauer im Nanosekundenbereich oder kleiner zu betätigen.

[0030] In dieser Ausgestaltung wird das Schaltelement, vorzugsweise ein FET, mittels einer Treiberstufe mit der betätigenden Logikeinheit verbunden. Die Logikeinheit betätigt taktgesteuert oder individuell das Schaltelement. Das Betätigen des Schaltelements triggert den Entladevorgang der Speicherkapazität und vorzugsweise wird das Schaltelement unmittelbar nach dem Entladen wieder geöffnet. Da die kürzeste Schaltübergangsdauer, welche die Logikeinheit, in dem Fall, dass diese direkt mit dem Schaltelement verbunden wäre, bereitstellen könnte, in der Regel viel grösser ist, als die angestrebte Entladezeit, und die damit verbundene Impulsdauer, ist zwischen der Logikeinheit und dem Schaltelement eine Treiberstufe angeordnet, wobei die Treiberstufe in erster Linie eine externe Verstärkerschaltung für den Ausgang der Logikeinheit ist. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel weist die Treiberstufe Widerstände, Transistoren und gegebenenfalls weitere Kapazitäten auf, wobei die Leistung und/oder Dauer des Lichtpulses weitgehend unabhängig von den weiteren Kapazitäten sind. Die Treiberstufe verkürzt die Schaltübergangsdauer des Schaltelements auf eine Dauer vergleichbar der Impulsdauer und Entladezeit. Bei der bevorzugten Verwendung eines FET als Schaltelement ist die Schaltübergangsdauer durch die Aufladedauer des Gates bestimmt, wobei die Ladung des Gates sich aus dem Strom multipliziert mit der Zeit ergibt. Die Zeit ist von der Impulsdauer vorgegeben, so dass zum Aufladen des Gates mit einer bestimmten Ladung kurzzeitig ein hoher Strom von der Logikeinheit bereitgestellt werden muss. Dieser Strom wird durch die Treiberstufe bereitgestellt.

[0031] In einer weiteren Ausgestaltung wird das Schaltelement durch eine Steuereinheit derart betätigt, dass ein codiertes Signal entsteht.

[0032] In dieser Ausgestaltung wird zwischen Sender und Empfänger ein codiertes Signal versandt. Das codierte Signal wird von einer Steuereinheit erzeugt, die Bestandteil der optoelektronischen Schutzeinrichtung sein kann, und an den Sender übermittelt. Das codierte Signal ist vorzugsweise ein Taktsignal und wird vorzugsweise über eine Treiberstufe mit dem Schaltelement verbunden. Das Schaltelement wird folglich im Takt des Taktsignal betätigt, wobei bei jeder steigenden, oder alternative bei jeder fallenden, Flanke ein Lichtimpuls von der Halbleiterquelle ausgesandt wird. Der Empfänger empfängt die Lichtimpulse, erzeugt ein Empfangssignal und leitet dieses an die Steuereinheit zurück. Die Steuereinheit vergleicht das Empfangssignal mit einem Erwartungswert des ursprünglichen codierten Signals und prüft, ob das Signal fehlerfrei übertragen wurde. Diese bevorzugte Ausgestaltung erhöht die Fehlersicherheit des Systems. Alternativ kann eine Steuer-

einheit auch im Sender integriert sein, die das Testsignal erzeugt. Ebenso kann im Empfänger eine entsprechende Auswerteeinheit integriert sein, die das empfangene Signal auswertet. Eine nachgeschaltete Steuereinheit, beispielsweise ein Sicherheitsschaltgerät, muss folglich nicht an die Vorrichtung angepasst werden, sondern muss lediglich über eine Ein- und Ausgabeeinheit verfügen, an welche der aktuelle Zustand übermittelt wird.

[0033] In einer weiteren Ausgestaltung schaltet das Schaltelement mehrere Schaltkreise, die jeweils eine Halbleiterlichtquelle und eine gekoppelte Speicherkapazität umfassen.

[0034] In dieser Ausgestaltung weist der Sender mehrere Schaltkreise, die jeweils eine Halbleiterlichtquelle und eine Speicherkapazität beinhalten, auf. Die Schaltkreise sind jeweils mit der Spannungsversorgung verbunden, welche die Speicherkapazitäten auflädt. Beim Betätigen des einen Schaltelements wird die Entladung der Speicherkapazitäten getriggert. Beim Entladen fließt in den einzelnen Schaltkreisen jeweils ein Entladestrom durch die jeweilige Halbleiterlichtquelle und erzeugt einen Lichtimpuls. In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Speicherkapazitäten abwechselnd aufgeladen, um eine asynchrone Pulsbarkeit mit nur einem Schaltelement zu ermöglichen. Zunächst wird eine erste Speicherkapazität aufgeladen und durch Betätigung des Schaltelements entladen und erst danach wird eine der weiteren Kapazitäten geladen, die dann auch durch Betätigen desselben Schaltelements entladen wird. Auf diese Weise kann ein Lichtgitter mit asynchron aktivierten Lichtstrahlen erzeugt werden, wobei nur ein Schaltelement mit entsprechender Ansteuerung benötigt wird. Dies ermöglicht eine sehr kostengünstige Realisierung eines Lichtgitters mit hoher Fehlersicherheit gegen Übersprechen. Alternativ können aber auch synchrone Lichtimpulse mit dieser Anordnung generiert werden, wenn die einzelnen Halbleiterlichtquellen und Speicherkapazität gleich dimensioniert sind. Dies ist vorteilhaft zum Aussenden synchroner Lichtimpulse, die sich beispielsweise gegenseitig verstärken.

[0035] In einer weiteren Ausgestaltung ist der optische Empfänger ein Reflektor und der optische Sender sendet und empfängt Lichtimpulse.

[0036] In dieser Ausgestaltung wird der optische Empfänger durch einen passiven Reflektor beispielsweise ein Spiegel ersetzt. Weiterhin ist am optischen Sender ein zusätzlicher, vorzugsweise aktiver, Empfänger angeordnet. Ein Lichtimpuls wird vom Sender erzeugt und zum Reflektor gesendet, wobei der Reflektor den Lichtimpuls reflektiert und entweder an den aussendenden Sender oder einen anderen Sender zurückwirft. Am Sender ist ein aktiver Empfänger angeordnet oder alternativ ein weiterer Reflektor. Der

Vorteil dieser Ausgestaltung ist, dass ein optischer Empfänger ein rein passives Element sein kann. Ein passiver Empfänger benötigt keine elektrischen Anschlüsse oder elektrischen Bauteile. Mit dieser Ausgestaltung lässt sich eine Lichtschranke oder ein Lichtgitter realisieren, bei denen nur eine Seite aktive Elemente aufweist. Solche Lichtschranken und Lichtgitter sind einfacher und kostengünstiger zu montieren und lassen sich mit der neuen Schutzeinrichtung sehr vorteilhaft realisieren, weil der räumliche Abstand bei Reflektorlichtschranken wegen des Hin- und Rückwegs für das Licht stärker begrenzt ist als bei anderen Lichtschranken.

[0037] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0038] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

[0039] Fig. 1 eine automatisiert arbeitende Anlage mit einem Ausführungsbeispiel der neuen optoelektronischen Schutzeinrichtung,

[0040] Fig. 2 eine vereinfachte schematische Darstellung des optischen Senders,

[0041] Fig. 3 eine exemplarische Schaltung eines Ausführungsbeispiels, und

[0042] Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer optoelektronischen Schutzeinrichtung mit einer Vielzahl von Halbleiterlichtquellen.

[0043] In der Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel der neuen Schutzeinrichtung **10** zum Absichern eines Gefahrenbereichs dargestellt. Der Zugang zu einem Roboter **12**, dessen Bewegungsbereich ein Gefahrenbereich für Personen darstellt, wird hier durch die neue Vorrichtung **10** überwacht. Betritt eine Person den Gefahrenbereich, wird dies mit Hilfe der Schutzeinrichtung **10** erkannt und der Roboter wird in einen gefahrlosen Zustand überführt, insbesondere abgeschaltet.

[0044] Die Vorrichtung **10** beinhaltet in diesem Beispiel eine Vielzahl von Sendern **22** und Empfängern **24**, die in einem Abstand **28** voneinander angeordnet sind. Die Sender erzeugen in zeitlichen Intervallen Lichtimpulse, die von den jeweiligen Empfängern empfangen werden. Zwischen einem Sender **22** und einem Empfänger **24** breitet sich somit ein gepulster Lichtstrahl **29** aus. Die einzelnen Lichtstrahlen **29** spannen zusammen zwischen den Sendern und Empfängern ein sog. Lichtgitter auf. Das Lichtgitter

wird derart vor der Gefahrenstelle angeordnet, dass eine Person beim Eintreten in den Gefahrenbereich mindestens einen Lichtstrahl **29** mindestens kurzzeitig unterbricht, d. h. dass die Sichtverbindung zwischen einem Sender **22** und dem zugehörigen Empfänger **24**, solange sich die Person zwischen den beiden Elementen befindet, getrennt wird.

[0045] Über eine Leitung **20** sind die optischen Sender **22** mit einer Steuereinheit **16** verbunden. Eine weitere Leitung **18** verbindet die Empfänger mit der Steuereinheit. Die Steuereinheit **16** ist hier mit Schützen **14** verbunden, die zwischen der Stromzufuhr **26** und dem Roboter **12** angeordnet sind. Wenn ein Lichtstrahl **29** unterbrochen wird, unterbricht die Steuereinheit **16** mit Hilfe der Schütze **22** die Stromzufuhr **26** zum Roboter **12** und bringt den Roboter **12** somit zum Stillstand. In diesem Ausführungsbeispiel ist den gängigen Normen entsprechend die Ansteuerung der Schütze und die Unterbrechung der Stromzufuhr **26** redundant ausgebildet.

[0046] Die Steuereinheit **16** erzeugt hier ein Testsignal und sendet dieses zu den Sendern **22**. Die Sender **22** übertragen das Testsignal mit Hilfe des jeweils zugehörigen gepulsten Lichtstrahls **29** zu den Empfängern. Das Aufmodulieren des Testsignals kann beispielsweise durch eine Variation der einzelnen Impulsabstände in Abhängigkeit des Testsignals erfolgen. Alternative kann auch eine andere Modulationstechnik eingesetzt werden, mit deren Hilfe das Testsignal über den gepulsten Lichtstrahl **29** übertragen wird. Die Empfänger **24** empfangen das Testsignal und senden es zurück an die Steuereinheit **16**. Die Steuereinheit **16** vergleicht das ursprüngliche ausgesandte Testsignal mit dem empfangen Testsignal.

[0047] Betritt eine Person den Gefahrenbereich, wird mindestens einer der Lichtstrahlen **29** mindestens kurzzeitig unterbrochen, sodass das Testsignal nicht vollständig vom Sender **22** zum Empfänger **24** gelangt. Wird ein unvollständiges Signal vom Empfänger **24** an die Steuereinheit **16** zurückgegeben, erkennt dies die Steuereinheit **16** beim Vergleichen des ausgehenden Signals mit dem eingegangenen Signal und trennt daraufhin mittels der Schütze die Stromzufuhr **26** zum Roboter **12**. Der Roboter **12** kommt zum Stillstand und stellt keine Gefahr mehr für die Person dar.

[0048] In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Generierung des Testsignals und dessen Auswertung alternativ auch in einer integrierten Einheit innerhalb des Sender und/oder Empfängers erfolgen. Die Steuereinheit **16** müsste in diesem Fall nicht speziell für die Verwendung dieser Vorrichtung ausgelegt sein, sondern könnte beispielsweise ein handelsübliches Sicherheitsschaltgerät mit einer Ein- und Ausgabereinheit sein, wobei die Vorrichtung dem Sicher-

heitsschaltgerät signalisiert, ob ein Lichtstrahl unterbrochen worden ist.

[0049] Fig. 2 zeigt vereinfacht das Prinzip einer vorteilhaften Impulsgeneratorschaltung im optischen Sender **22** der neuen Vorrichtung **10**. Die Speicherkapazität **36** befindet sich mit der Halbleiterlichtquelle **38** und einem Schaltelement **34** in einem Schaltkreis **54**. Dabei ist ein erster Pol der Speicherkapazität **36** mit der Anode **58** der Halbleiterlichtquelle **38** und ein zweiter Pol mit der Masse **60** verbunden. Die Kathode **56** der Halbleiterlichtquelle **38** ist hier über das Schaltelement **34** mit der Masse **60** verbunden. An der Anode **58** der Halbleiterlichtquelle **38** und dem ersten Pol der Speicherkapazität **36** ist über einen Ladewiderstand **42** eine Spannungsversorgung **30** angeschlossen. Das Schaltelement **34** weist einen Eingang **32** auf, über den das Schaltelement **34** geschaltet werden kann.

[0050] Während sich das Schaltelement **34** im offenen Zustand befindet, wird die Speicherkapazität **36** über den Ladewiderstand **42** auf die Betriebsspannung **30**, in diesem Ausführungsbeispiel 15 Volt, geladen. Dabei fließt ein Ladestrom **52**, der im Wesentlichen von der Größe des Ladewiderstandes **42** abhängt. Prinzipiell kann die Speicherkapazität **36** auch auf andere Weise geladen werden.

[0051] Beim Betätigen des Schaltelements **36** wird der Schaltkreis **54** geschlossen und die Speicherkapazität **36** beginnt sich über die Halbleiterlichtquelle **38** blitzartig zu entladen. Der Entladestrom **50** fließt durch die Halbleiterlichtquelle **38** und bringt diese zum Aufleuchten. Da die Speicherkapazität **36** zuvor auf die Ladespannung **30** von beispielsweise 15 Volt aufgeladen worden ist, liegt unmittelbar nach Schließen des Schaltelements diese Spannung an der Halbleiterlichtquelle **38** an. Die Spannung ist um ein Vielfaches größer als die Spannung, mit der die Halbleiterlichtquelle im Nennbetrieb betrieben wird. Beispielsweise wird eine gewöhnliche rote LED mit ca. 20 mA bestromt, wobei in ihr eine Spannung von ca. 1,6 V bis 2,1 V abfällt. Aufgrund der verhältnismäßig hohen Spannung wirkt die Halbleiterlichtquelle **38** hier wie ein Kurzschluss. Der Entladung der Speicherkapazität **36** steht kein nennenswerter Widerstand entgegen. Infolgedessen entlädt sich die Speicherkapazität **36** blitzartig mit einem sehr hohen Entladestrom **50**. Da der hohe Strom **50** wegen der begrenzten Kapazität der Speicherkapazität **36** nur sehr kurz an der Halbleiterlichtquelle **38** anliegt, wird die Halbleiterlichtquelle **38** trotz des hohen Entladestroms nicht zerstört oder beschädigt.

[0052] Die Leistung und Dauer des Lichtimpulses wird dabei maßgeblich von der Speicherkapazität **36** bestimmt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wurde beispielsweise eine Speicherkapazität **36** von 5 Nanofarad ausgewählt, womit ein Lichtimpuls von

wenigen Nanosekunden erzeugt werden kann. Der Entladestrom **50**, der maßgeblich für die Leistung des ausgesandten Lichtes ist, kann dabei bis zu 15 Ampere annehmen. Der entstehende Lichtimpuls weist somit eine sehr kurze Impulsdauer bei einer sehr hohen Lichtleistung auf. Durch diese kurzzeitige hohe Leistungsspitze kann der Impuls eine wesentlich weitere Distanz detektierbar überbrücken als das Licht der Halbleiterlichtquelle im Normalbetrieb.

[0053] Die **Fig. 3** zeigt ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Impulsgeneratorschaltung, die in diesem Beispiel mit der Bezugsziffer **46** bezeichnet ist. Am Eingang **32** der Impulsgeneratorschaltung befindet sich eine Treiberstufe **44**. Über diese Treiberstufe **44** wird die Impulsgeneratorschaltung mit der Logik innerhalb des Senders, beispielsweise einem Schieberegister (hier nicht dargestellt), gekoppelt. Die Treiberstufe **44** bestimmt die Schaltübergangsdauer des Schaltelements **34**. Die Schaltdauer ist hier höher als die Impulsdauer der zu erzeugenden Lichtimpulse, d. h. dass die Speicherkapazität **36** vollständig entladen ist, bevor das Schaltelement **34** vom geschlossenen in den offenen Zustand zurückkehrt. Die Treiberstufe **44** und das Schaltelement **34** lösen den Lichtimpuls aus, sie bestimmen hier aber nicht seine Dauer oder die Leistung. Dauer und Leistung werden in den bevorzugten Ausführungsbeispielen vor allem von der Speicherkapazität **36** und der Spannung, auf die die Speicherkapazität aufgeladen ist, bestimmt.

[0054] Die Impulsgeneratorschaltung beinhaltet auch hier das Schaltelement **34**, die Speicherkapazität **36** und die Halbleiterlichtquelle **38**. Zusätzlich ist in diesem Fall noch eine Bypass-Diode **40** zur Halbleiterlichtquelle **38** antiparallel, d. h. mit einer gegenläufigen Durchlassrichtung, angeordnet. Weiterhin ist die Spannungsversorgung **30** über den Ladewiderstand **42** an die Kathode der Halbleiterlichtquelle **38** angelegt.

[0055] Während das Schaltelement **34** geöffnet ist, fließt ein Ladestrom **52** von der Spannungsversorgung **30** über den Ladewiderstand **42** und durch die Bypass-Diode **40** in die Speicherkapazität **36**, bis diese auf die Höhe der Versorgungsspannung abzüglich der Diodenspannung der Bypass-Diode aufgeladen ist.

[0056] Ist das Schaltelement **34** geschlossen, kann sich die Speicherkapazität **36** entladen. Dabei fließt der Entladestrom **50** durch die Halbleiterlichtquelle **38** und erzeugt einen Lichtimpuls. Die charakteristischen Eigenschaften des Lichtimpulses hängen im Wesentlichen von der Dimensionierung der Speicherkapazität **36** ab.

[0057] In diesem Ausführungsbeispiel wurde die Speicherkapazität **36** auf eine Spannung von 15

Volt aufgeladen. Diese Spannung liegt dabei deutlich über der Nennspannung der verwendeten Halbleiterlichtquelle. Durch die exponentiell ansteigende Strom-Spannungskennlinie entspricht die Halbleiterlichtquelle **38** bei Anlegen einer derart hohen Spannung fast einem Kurzschluss. Die Speicherkapazität **36** kann sich daher blitzartig entladen, so dass kurzzeitig ein Entladestrom von bis zu 15 Ampere fließen kann. Bei einem geringen Kapazitätswert der Speicherkapazität **36** entlädt sich die Speicherkapazität **36** sehr schnell, so dass die Halbleiterlichtquelle **38** nur sehr kurz mit diesem hohen Strom **50** belastet wird. Der entstehende Lichtimpuls ist somit ein sehr kurzer Lichtimpuls von wenigen Nanosekunden, jedoch mit einer sehr hohen Leistung.

[0058] Die Bypass-Diode **40** dient in diesem Ausführungsbeispiel dazu, den Ladestrom **52**, welcher über den Ladewiderstand **42** von der Spannungsversorgung **30** her fließt, an der Halbleiterlichtquelle **38** vorbeizuführen. Durch diese Anordnung fließt auch bei geschlossenem Zustand des Schaltelements **34** der Ladestrom nicht durch die Halbleiterlichtquelle **38**, wodurch diese nicht zusätzlich belastet wird und es nicht zu einem unerwünschten Nachleuchten der Halbleiterlichtquelle **38** im Anschluss an die vollständige Entladung der Speicherkapazität kommt. Insbesondere bei codierten sicherheitskritischen Lichtschranken ist es von Vorteil, wenn die Halbleiterlichtquelle **38** nur zu einem definierten Zeitpunkt einen Lichtimpuls erzeugt. Dies wird durch die oben genannte Anordnung auf sehr einfache und effiziente Weise erreicht.

[0059] In bevorzugten Ausführungsbeispielen ist der Ladewiderstand **42** so dimensioniert, dass der Ladestrom **52** wesentlich kleiner ist als der Entladestrom **50**. In diesen Ausführungsbeispielen kann die Speicherkapazität **36** mit einem geringen Ladestrom aufgeladen werden, was die Verwendung von kleinen und kostengünstigen Netzteilen in der Spannungsversorgung ermöglicht. Des Weiteren besitzt ein kleiner Ladestrom den Vorteil, dass ein etwaiger parasitärer Strom von der Spannungsquelle **30** durch die Halbleiterlichtquelle **38** nur ein geringes „Nachleuchten“ verursacht. Andererseits ermöglicht ein kleiner Ladewiderstand **42** ein schnelles Aufladen der Speicherkapazität **36**. Je kleiner der Ladewiderstand **42** ausgelegt ist, desto schneller wird die Speicherkapazität **36** geladen.

[0060] Die **Fig. 4** zeigt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel. Hier werden durch einen gemeinsamen Impulsgenerator mehrere Lichtimpulse erzeugt. Der Impulsgenerator beinhaltet hier wieder das Schaltelement **34**, die Speicherkapazität **36** und die Halbleiterlichtquelle **38**. Zusätzlich sind jedoch parallel zur Kathode **56** der Halbleiterlichtquelle **38** und der Masse **60** zwei weitere Schaltkreise **54a**, **54b** angeordnet. Jeder Schaltkreis weist eine Speicherka-

pazität **36** und eine Halbleiterlichtquelle **38** auf. Gemeinsam ist den drei Schaltkreisen **54**, **54a**, **54b** das Schaltelement **34**, welches die Halbleiterlichtquellen der einzelnen Schaltkreise von der Masse **60** trennt. Die Speicherkapazitäten werden, wie in den bereits zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen, auf eine hohe Ladespannung, vorzugsweise 15 Volt oder gar 24 Volt, aufgeladen.

[0061] Wird das Schaltelement **34** geschlossen, entladen sich die geladenen Speicherkapazitäten **36** gleichzeitig. Aus jeder geladenen Speicherkapazität **36** fließt ein Entladestrom **50** durch jeweils eine Halbleiterlichtquelle **38** und erzeugt einen Lichtimpuls. Insgesamt können so drei synchron Lichtimpulse erzeugt werden, wenn die Speicherkapazitäten **36** gleich dimensioniert sind. Alternativ können auch unterschiedliche Speicherkapazitäten gewählt werden, wodurch synchron beginnende Lichtimpulse mit unterschiedlicher Lichtleistung und Lichtdauer entstehen.

[0062] In einem anderen Ausführungsbeispiel können alternativ auch asynchrone Impulse erzeugt werden, indem die Speicherkapazitäten abwechselnd voneinander aufgeladen werden. Die Entladung erfolgt weiterhin über das Schaltelement **34**, wobei nur die Halbleiterlichtquellen einen Lichtimpuls erzeugen, deren zugehörige Speicherkapazität zuvor geladen worden ist. In dieser Ausführungsform kann ein asynchrones Lichtgitter erzeugt werden, wobei zum Erzeugen der einzelnen Lichtimpulse jeweils das Schaltelement **34** betätigt wird. Folglich können zusätzlich Schaltelemente eingespart werden, wodurch die Vorrichtung insgesamt günstiger zu realisieren ist.

[0063] Diese parallele Anordnung ist nicht auf die drei gezeigten Impulsgeneratorschaltungen beschränkt, sondern kann beliebig erweitert werden. Besonders vorteilhaft ist eine derartige Anordnung, um ein Signal zu verstärken, indem mehrere synchrone Lichtimpulse zu einem Empfänger geschickt werden oder aber um ein Lichtgitter mit asynchronen Lichtstrahlen **29** zu bilden. Das in **Fig. 1** gezeigte Lichtgitter kann mit einer hier vorstellten Anordnung vorteilhaft realisiert werden. Die Vielzahl der einzelnen Sender kann in diesem Fall durch die Parallelisierung von vielen Speicherkapazitäten und Halbleiterlichtquellen ersetzt werden. Ein Lichtgitter kann so einfacher und kostengünstiger realisiert werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102007024210 A1 [0002]
- DE 102008039351 B3 [0005]

Patentansprüche

1. Optoelektronische Schutzeinrichtung zum Absichern einer Gefahrenstelle, mit einem optischen Sender (22) und einem optischen Empfänger (24), die in einem räumlichen Abstand (28) voneinander angeordnet sind, wobei der optische Sender (22) eine Spannungsversorgung (30) und eine Halbleiterlichtquelle (38) beinhaltet und Lichtimpulse zum optischen Empfänger (24) sendet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optische Sender (22) ein Schaltelement (34) und zumindest eine Speicherkapazität (36) aufweist, wobei die Speicherkapazität (36) mit der Halbleiterlichtquelle (38), der Spannungsversorgung (30) und dem Schaltelement (34) gekoppelt ist, wobei bei geschlossenem Zustand des Schaltelements (34) ein Entladestrom (50) der Speicherkapazität (36) durch die Halbleiterlichtquelle (38) fließt, so dass der entstehende Lichtimpuls in seiner Leistung von der Speicherkapazität (36) abhängig ist, wobei die Halbleiterlichtquelle (38) eine definierte Nennspannung besitzt, und wobei die Spannungsversorgung (30) die Speicherkapazität (36) vor dem Schließen des Schaltelements (34) auf eine Ladespannung auflädt, die größer als die definierte Nennspannung ist.

2. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halbleiterlichtquelle (38) einen definierten Nennstrom besitzt, wobei der Entladestrom (50) ein Vielfaches des definierten Nennstroms ist.

3. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltdauer des Schaltelements (34) im Mikro- oder Nanosekundenbereich liegt, insbesondere im zweistelligen Nanosekundenbereich.

4. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dauer des Lichtimpulses von der Speicherkapazität (36) abhängt.

5. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halbleiterlichtquelle (38) eine durchschnittliche Lichtleistung aufweist und dass der Lichtimpuls eine optische Leistungsspitze aufweist, die um ein Vielfaches höher ist als die durchschnittliche Lichtleistung der Halbleiterlichtquelle (38).

6. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Speicherkapazität einen Kapazitätswert im Mikro- oder Nanofaradbereich aufweist, insbesondere im einstelligen Nanofaradbereich.

7. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,

net, dass beim Entladen der Speicherkapazität (36) ein vernachlässigbarer parasitärer Strom durch die Halbleiterlichtquelle (38) fließt.

8. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Halbleiterlichtquelle (38) eine Bypass-Diode (40) antiparallel angeordnet ist.

9. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass am Schaltelement (34) eine Treiberstufe (44) angeordnet ist, die dazu ausgebildet ist, das Schaltelement (34) mit einer Schaltübergangsdauer im Nanosekundenbereich oder kleiner zu betätigen.

10. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltelement (34) durch eine Steuereinheit (16) derart betätigt wird, dass ein codiertes Signal entsteht.

11. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schaltelement (34) mehrere Schaltkreise, die jeweils eine Halbleiterlichtquelle und eine gekoppelte Speicherkapazität umfassen, schaltet.

12. Optoelektronische Schutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optische Empfänger (24) ein Reflektor ist und der optische Sender (22) Lichtimpulse sendet und empfängt.

13. Verfahren zum Absichern einer Gefahrenstelle mit einem optischen Sender (22) und einem optischen Empfänger (24), die in einem räumlichen Abstand (28) voneinander angeordnet sind, wobei der optische Sender (22) eine Spannungsversorgung (30) und eine Halbleiterlichtquelle (38) beinhaltet und Lichtimpulse zum optischen Empfänger (24) sendet, **dadurch gekennzeichnet**, dass der optische Sender (22) ein Schaltelement (34) und zumindest eine Speicherkapazität (36) aufweist, wobei die Speicherkapazität (36) mit der Halbleiterlichtquelle (38), der Spannungsversorgung (30) und dem Schaltelement (34) gekoppelt wird, so dass bei geschlossenem Zustand des Schaltelements (34) ein Entladestrom (50) der Speicherkapazität (36) durch die Halbleiterlichtquelle (38) fließt, wobei der entstehende Lichtimpuls in seiner Leistung von der Speicherkapazität (36) bestimmt wird, und wobei die Spannungsversorgung (30) die Speicherkapazität (36) vor dem Schließen des Schaltelements (34) auf eine Ladespannung auflädt, die größer als die definierte Nennspannung ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

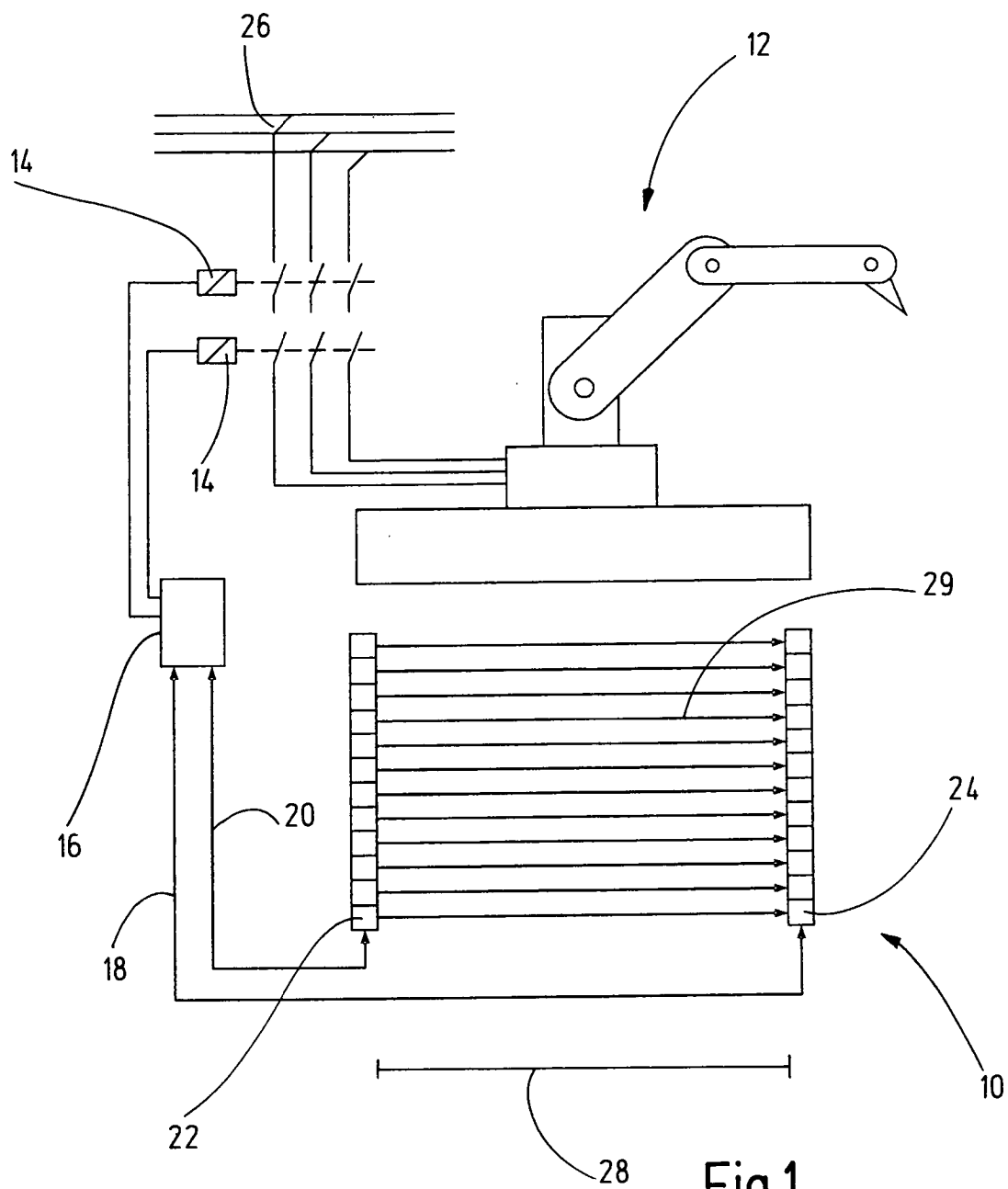


Fig.1

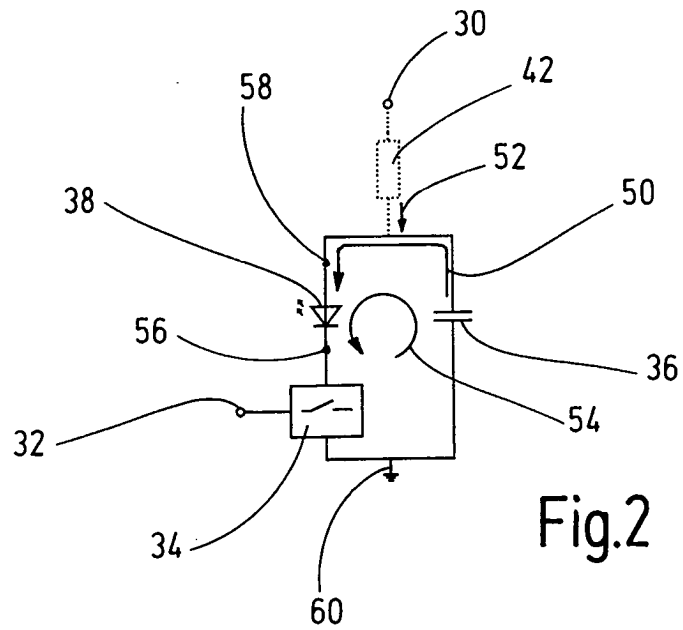


Fig.2

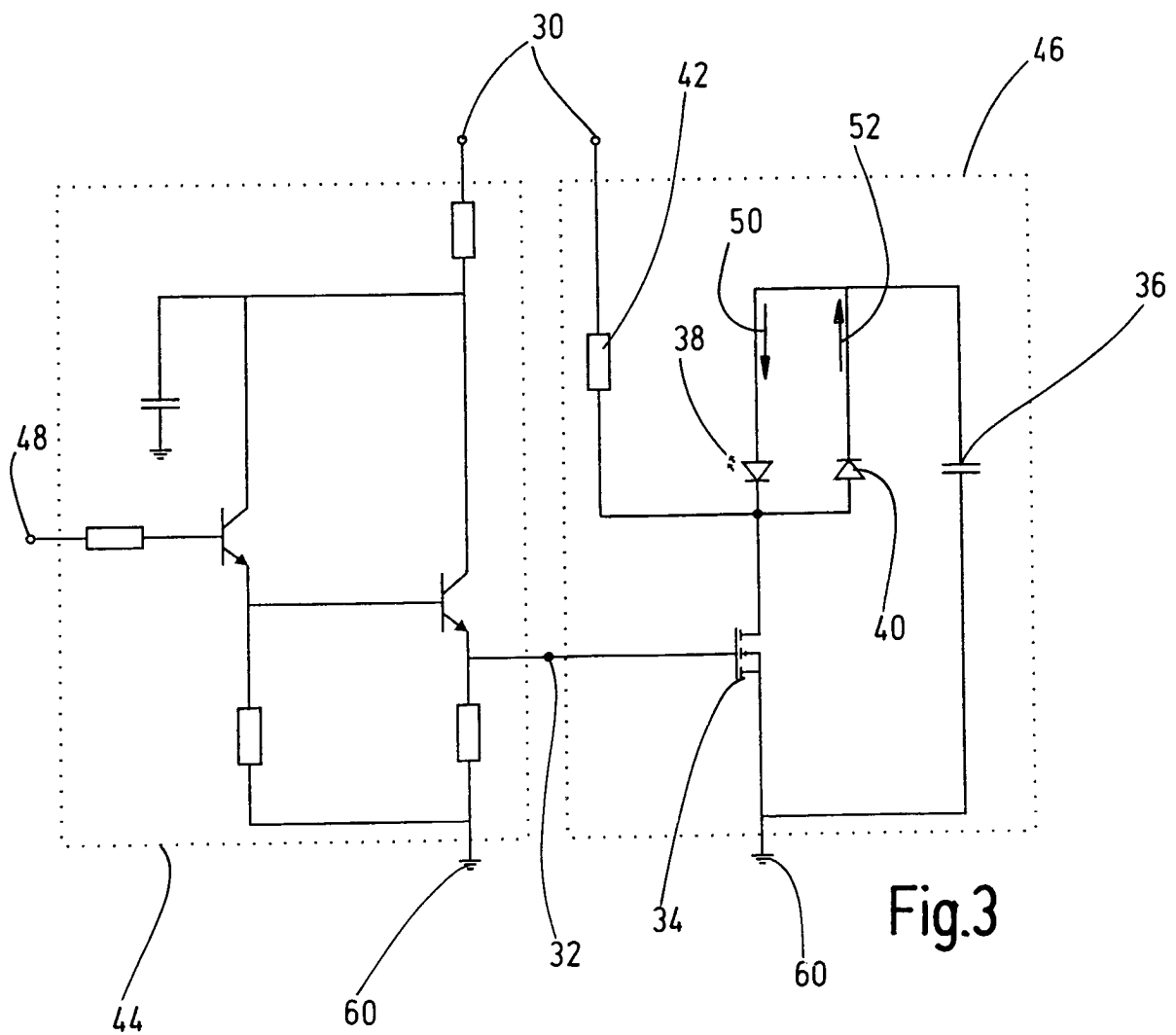


Fig.3

