

Ausschliessungspatent

Erteilt gemaeß § 5 Absatz 1 des Aenderungsgesetzes zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11) 0152 664

Int.Cl.³ 3(51) H 03 K 17/10

IMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veroeffentlicht

71) AP H 03 K/ 217 697
31) 972025(22) 14.12.79
(32) 20.12.78(44) 02.12.81
(33) US71) WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC.;US;
72) HARTMANN, ADRIAN;US;RILEY, TERENCE;GB;SHACKLE, PETER;US;
73) WESTERN ELECTRIC COMPANY, INC., NEW YORK, US
74) PATENTANWALTSBUERO BERLIN, 1130 BERLIN, FRANKFURTER ALLEE 286

34) SCHALTBAUELEMENTE MIT EINEM DIODENTORSCHALTER

37)Die Erfindung betrifft ein Schaltbauelement mit einem Diodentorschalter, insbesondere fuer Hochspannungs- und hochstromschalter, Verstaerker und Optotrennerschaltungen, das sich durch eine gute Hochspannungs- und hochstrombestaendigkeit auszeichnet. Erfindungsgemaess ist ein in Darlington-Schaltung miteinander gekoppeltes Paar von bipolaren Transistoren (Q1, Q2) mit ein-ern Diodentorschalter (GDS) und einem Pegelverschiebestromkreis (LS), bestehend aus zwei Dioden (D1, D2), kombiniert. Das vollstaendig auf Festkoerperbasis hergestellte Bauelement ann in vielen Faellen anstelle von zur Zeit noch eingesetzten mechanischen Hochspannungs- und Hochstromrelais erwendet werden. - Figur 1 -

GZ: 12 724 57

Schaltbauelement mit einem Diodentorschalter

Anwendungsgebiet der Erfindung:

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schaltbauelement mit einem Diodentorschalter, insbesondere für Hochspannungs- und Hochstromschalter, Verstärker und Optotrennerschaltungen. Insbesondere wird durch die Erfindung ein Schaltkreis geschaffen, der in der Lage ist, verhältnismäßig hohen Spannungen und hohen Strömen standzuhalten, und für dessen Steuerung ein Verstärker eingesetzt wird, der nur für einen verhältnismäßig niedrigen Spannungs-, aber hohen Strombetrieb geeignet ist.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

Viele Anwendungen erfordern Relais und andere Arten von Schaltern, die bei hohen Spannungs- und Strompegeln arbeiten.

Es wurden viele Versuche der Anwendung von fotoaktivierten Optotrennern mit bipolaren Transistoren als Ersatz für mechanische Relais unternommen. Es wurde allgemein festgestellt, daß die Anpassung bipolarer Transistoren an die sehr hohen Spannungs- und Stromanforderungen vom ökonomischen Standpunkt aus nicht realisierbar ist, da die Spannungsbelastbarkeit derartiger Transistoren begrenzt ist.

In einem Artikel mit der Überschrift "A Field Terminated Diode" (Eine Feldanschlußdiode) von Douglas E. Houston u.a., der in IEEE Transactions on Electron Devices Band ED-23, Nr. 8, August 1976 veröffentlicht wurde, wird ein diskreter Hochspannungs-Festkörperschalter beschrieben, der eine vertikale Geometrie aufweist und einen Bereich

umfaßt, der zur Schaffung eines AUS-Zustandes gesperrt oder mit Hilfe der Doppelladungsträgerinjektion stark leitend gemacht werden kann, um einen EIN-Zustand zu schaffen. Die "Doppelladungsträgerinjektion" bezieht sich sowohl auf die Injektion von Löchern als auch von Elektronen, die ein leitendes Plasma im Halbleiter bilden. Ein im Zusammenhang mit diesem Schalter auftretendes Problem besteht darin, daß er nicht ohne weiteres mit anderen ähnlichen Schaltbauelementen auf einem gemeinsamen Substrat herstellbar ist. Ein weiteres Problem besteht darin, daß der Abstand zwischen den Gittern und der Katode klein gehalten werden muß, um die Größe der Steuergitterspannung zu begrenzen. Dadurch wird jedoch der nutzbare Spannungsbereich begrenzt, da die Gitter-Katoden-Durchschlagsspannung herabgesetzt wird. Durch diese Begrenzung wird die Anwendung der beiden antiparallelschalteten Bauelemente drastisch auf verhältnismäßig niedrige Spannungen begrenzt, wobei Antiparallelschaltung bedeutet, daß jeweils die Katode mit der Anode des anderen Bauelementes gekoppelt ist. Eine derartige Schaltung wäre als Hochspannungs-Festkörper-Zweirichtungsschalter sehr geeignet. Ein weiteres Problem besteht darin, daß der Basisbereich idealerweise stark dotiert sein muß, um ein Durchgreifen von der Anode zum Gitter zu verhindern; dies führt jedoch zu einer niedrigen Durchschlagsspannung zwischen Anode und Katode. Eine Verbreiterung des Basisbereichs bewirkt eine Begrenzung des Durchgreifeffektes, sie vergrößert jedoch auch den Widerstand der Bauelemente im EIN-Zustand.

Ziel der Erfindung:

Es wird ein Hochleistungs-Verstärker/Schalter angestrebt, der bei einer Spannung von mindestens mehreren Hundert Volt und mehreren Hundert Milliampere betrieben werden kann.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Eine Lösung des obigen Problems besteht in einer geeigneten Kombination eines Verstärkers oder Schalters niedriger Spannungs- und hoher Strombelastbarkeit mit einem Pegelverschiebestromkreis und einem Diodentorschalter (GDS) wie er in dem Bericht von Houston u.a. offenbart wird. Eine bevorzugte Form des GDS wird in der nachfolgenden Spezifikation beschrieben.

Bei einem Ausführungsbeispiel besteht der Verstärker/Schalter aus einem pnp-Transistor, dessen Kollektor mit der Torelektrode des GDS gekoppelt ist und dessen Basis als Eingang dient. Der Transistor besitzt eine verhältnismäßig hohe Strombelastbarkeit, jedoch nur eine mittlere Spannungsbelastbarkeit. Der Pegelverschiebestromkreis ist eine pn-Diode. Dieser Schaltungsaufbau ist als Hochleistungs-Verstärker/Schalter geeignet. Die Kombination der Hochspannungs- und Strombeständigkeit des Diodentorschalters GDS und mit der Hochstrombelastbarkeit des pnp-Transistors ergibt einen Verstärker/Schalter, der sowohl eine große Spannungs- als auch große Strombeständigkeit aufweist.

Bei noch weiteren Ausführungsbeispielen ist der Verstärker/Schalter die Kombination eines pnp-Transistors und eines npn-Transistors oder nur ein Sperrschichtfeldeffekttransistor.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel besteht der Schaltungsaufbau aus einer Optotrennerschaltung mit einem Verstärker, der ein Paar npn-Transistoren (Q1 und Q2) umfaßt, die in einer Darlington-Schaltung mit der Basis von Q1, die lichtempfindlich ist, gekoppelt sind. Der Pegelverschiebestrom-

kreis besteht aus zwei in Reihe gekoppelten pn-Dioden (D1 und D2). Die Kollektoren von Q1 und Q2 und die Anode von D1 sind mit einem gemeinsamen Anschluß gekoppelt. Der Emitter von Q2 ist mit der Anode des Diodentorschalters GDS, und die Katode von D2 ist mit der Torelektrode des GDS gekoppelt; die Katode von D2 ist mit der Torelektrode des GDS gekoppelt. Die Darlington-Schaltung der Transistoren (Q1 und Q2) hat eine verhältnismäßig hohe Verstärkung und große Strombelastbarkeit, jedoch nur ein mittleres Spannungsperrvermögen. Diese Eigenschaften zusammen mit der großen Strombelastbarkeit und dem sehr guten Spannungsperrvermögen des GDS ergeben einen optisch gekoppelten Verstärker/Schalter, der eine ausgezeichnete elektrische Trennung, hohe Verstärkung sowie eine große Strom- und Spannungsbeständigkeit aufweist. Dies wird ohne einen Hochstrom- und Hochspannungstransistor erreicht.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist ein auf Licht ansprechender Zweirichtungsschalter mit einer Kombination aus zwei dieser Optotrennerschaltungen, wie sie hier vorstehend beschrieben wurden, sowie zweier zusätzlicher Dioden.

Ausführungsbeispiele:

Diese und weitere neue Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind anhand der folgenden ausführlichen Beschreibung im Zusammenhang mit der dazugehörigen Zeichnung besser verständlich.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 und 2 einen Schaltungsaufbau gemäß dem dargestellten

Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 3 einen weiteren Schaltungsaufbau gemäß einem weiteren dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 4 einen Schaltungsaufbau gemäß noch einem weiteren dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Fig. 5 einen Schaltungsaufbau gemäß noch einem weiteren dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 6 einen Schaltungsaufbau gemäß noch einem weiteren dargestellten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

In den Figuren 1 und 2 wird ein Schaltungsaufbau 10 gezeigt, der zwischen den Anschlüssen X und Y gekoppelt ist, einen Verstärker A mit den Transistoren Q1 und Q2 (die in einer Darlington-Schaltung miteinander verbunden dargestellt sind), einen Pegelverschiebestromkreis L5 mit den Dioden D1 und D2 und einen Diodentorschalter (GDS), der in Fig. 1 in einem Halbleiterquerschnitt und in Fig. 2 durch ein elektrisches Symbol dargestellt wird, umfaßt. Ein Verstärker A kann als Verstärker/Schalter bezeichnet werden. Q1 ist eine Fototransistor, dessen Basisbereich lichtempfindlich ist. Der Emitter von Q1 ist mit der Basis von Q2 gekoppelt.

Das Halbleitersubstrat 12 und der Halbleiterkörper 16 sowie die Bereiche 18, 20, 22 und 24 sind als n^- , p^- , p^+ , n^+ , p^- bzw. n^+ -leitende Bereiche dargestellt. Die Bereiche 18 und 24 dienen als Anode bzw. als Kathode, und die Bereiche 20 und 12 dienen als Torelektrode (Steueranschluß) des Diodentorschalters GDS. Der Bereich 22 dient als eine Durchgreifabschirmung. Die Elektrodenbereiche 28, 30 und 32 bestehen gewöhnlich aus Aluminium und stellen einen niederohmigen Kontakt zu den Bereichen, 18, 20 bzw. 24 her.

Der Schalter GDS ist gekennzeichnet durch einen verhältnismäßig niederohmigen Strompfad zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Katodenbereich 24, wenn sich dieser im EIN-Zustand (im leitenden Zustand) befindet, und durch einen beträchtlich höheren Widerstand, wenn er sich im AUS-Zustand (Sperrzustand) befindet. Im EIN-Zustand befindet sich das Potential der Torelektrode 30 auf oder unterhalb des Potentials von Anode 28. Die Löcher werden vom Anodenbereich 18 aus in den Halbleiterkörper 16 injiziert, und die Elektronen werden vom Katodenbereich 24 aus in den Halbleiterkörper 16 injiziert. Diese Löcher und Elektronen können in hinreichender Anzahl vorhanden sein, so daß sie ein Plasma bilden, dessen Leitfähigkeit den Halbleiterkörper 16 moduliert. Dadurch wird der Widerstand des Halbleiterkörpers 16 so weit herabgesetzt, daß der Widerstand zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Katodenbereich 24 verhältnismäßig klein ist, wenn der Diodentorschalter GDS im EIN-Zustand arbeitet. Diese Art des Betriebes, bei welchen die beiden Löcher und Elektronen als Stromträger fungieren, wird als Doppel-ladungsträgerinjektion bezeichnet.

Der Bereich 22 unterstützt die Einschränkung des Durchgreifens einer Verarmungsschicht, die während des Betriebs zwischen dem Bereich 20 und dem Substrat 12 und dem Katodenbereich 24 gebildet wird. Bereich 22 trägt also dazu bei, die Bildung einer Oberflächeninversionsschicht zwischen den Bereichen 24 und 20 zu verhindern. Er gestattet darüber hinaus auch, den Abstand zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Katodenbereich 24 verhältnismäßig klein zu halten. Daraus ergibt sich während des EIN-Zustandes ein verhältnismäßig geringer Widerstand zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Katodenbereich 24.

Die Stromleitung zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Katodenbereich 24 wird verhindert oder unterbrochen, wenn das an der Törelektrode 30 anliegende Potential hinreichend positiver als das der Anodenelektrode 28 und der Katodenelektrode 32 ist. Der Betrag, um den das Potential positiver sein muß, um die Stromleitung zu verhindern oder zu unterbrechen, ist eine Funktion der Geometrie und der Störstellenkonzentrationen des Bauelementes 10. Dieses positive Törelektrodenpotential ist die Voraussetzung dafür, daß ein hinreichender Teil des Halbleiterkörpers 16 verarmt, so daß das Potential dieses Bereichs des Halbleiterkörpers 16 positiver als das des Anodenbereichs 18 und das des Katodenbereichs 24 ist. Diese positive Potentialbarriere unterbricht die Plasmaleitung und verhindert die Leitung der Löcher vom Anodenbereich 18 zum Katodenbereich 24. Sie dient ebenfalls der Ansammlung der am Katodenbereich 24 emittierten Elektronen, bevor diese den Anodenbereich 18 erreichen können. Der Schalter GDS wurde auf einem n-leitenden Substrat mit einer Dicke von 457...559 Mikrometer und mit einer Leitfähigkeit von $10^{15} \dots 10^{16}$ Störstellen/cm³ hergestellt. Der Halbleiterkörper ist p--leitend und besitzt eine Dicke von 30...40 Mikrometer, eine Breite von 720 Mikrometer, eine Länge von 910 Mikrometer und eine Störstellenkonzentration im Bereich von $5 \dots 9 \times 10^{13}$ Störstellen/cm³. Der Anodenbereich 18 ist p+-leitend, hat eine Dicke von 2...4 Mikrometer und eine Störstellenkonzentration von 10^{19} Störstellen/cm³. Der Katodenbereich 24 ist n+-leitend, hat eine Dicke von 2...4 Mikrometer und eine Störstellenkonzentration von 10^{19} Störstellen/cm³. Der Abstand zwischen Anode und Katode ist gewöhnlich 120 Mikrometer.

Das Bauelement 10 eignet sich als Optotrenner, der zwischen den Anschlüssen X und Y einen niederohmigen oder hochohmigen

Strompfad aufweist. Die Stromverstärkung und die Hochstrombelastbarkeit des Verstärkers A und die Hochspannungs- und Hochstrombelastbarkeit des GDS ergeben in der Kombination einen Hochspannungs-Hochstrom-Schalter. Darüber hinaus sorgt der Schaltungsaufbau 10 für eine verhältnismäßig gute elektrische Trennung zwischen der Quelle des eingegebenen Lichtes (nicht dargestellt) und den Anschlüssen X und Y.

Die Kollektoren von Q1 und Q2 und die Anode von D1 werden alle mit dem Anschluß X gekoppelt. Der Emitter von Q2 ist am Anschluß B mit der Anode des GDS gekoppelt. Die Katode von D2 ist am Anschluß C mit der Torelektrode des GDS gekoppelt. Die Katode von GDS ist mit dem Anschluß Y gekoppelt. Die Katode von D1 ist mit der Anode von D2 gekoppelt. Der Transistor Q1 ist ein Fototransistor, der einen lichtempfindlichen Basisbereich aufweist, der als Eingang für den Schaltungsaufbau 10 dient. Es kann eine Stromleitung zwischen dem Kollektor und dem Emitter von Q1 auftreten, wenn genügend Licht auf die lichtempfindliche Basis des Transistors Q1 auftrifft.

Wie aus der nachfolgenden Beschreibung klar hervorgeht, wird bei Auftreffen einer hinreichenden Lichtmenge auf die lichtempfindliche Basis von Q1 ein verhältnismäßig niederohmiger Strompfad zwischen den Anschlüssen X und Y gebildet und Stromleitung von Anschluß X zum Anschluß Y auftreten, wenn Anschluß X um einen zuvor ausgewählten Betrag positiver als Anschluß Y ist. Ist das auf die lichtempfindliche Basis von Q1 auftreffende Lichtsignal unzureichend, dann ist der Stromkreis zwischen den Anschlüssen X und Y im wesentlichen geöffnet (es liegt ein hochohmiger Strompfad vor).

Während eines EIN-Zustandes (leitenden Zustandes) des GDS ist das Potential am Anodenbereich 18 positiver als das der Torelektrodenbereiche 12 und 20 und des Katodenbereiches 24, und es liegt ein Stromfluß vom Anodenbereich 18 über die Bereiche 16 und 22 in den Katodenbereich 24 vor. Die Stromleitung zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Katodenbereich 24 wird verhindert bzw. unterbrochen, wenn das an den Torelektrodenbereichen 12 und 20 anliegende Potential hinreichend positiver als das am Anodenbereich 18 und Katodenbereich 24 anliegende Potential ist. Der Betrag, um welchen das Potential positiver sein muß, um die Stromleitung zu verhindern oder zu unterbrechen, ist eine Funktion der Geometrie und der Störstellenkonzentrationen der Halbleiterbereiche des GDS.

Die Schaltung 10 kann so betrieben werden, daß sie die Funktion eines Schalters ausübt und als ein Optotrenner-Verstärker-Stromkreis dient. Trifft ein Lichtsignal auf die lichtempfindliche Basis von Q1 auf, dann werden Q1 und Q2 so vorgespannt, daß sie die Stromleitung durch sie hindurch unterstützen. Das Substrat 12 (die Torelektrode des GDS) und der Bereich 24 (die Katode von GDS) dienen ebenfalls als Kollektor bzw. Emitter eines npn-Vertikaltransistors, wobei der Halbleiterkörper 16 und der Bereich 22 als Basis dienen. Die Stromleitung vom Anodenbereich 18 zum Katodenbereich 24 dient als Basisstrom, der die Stromleitung vom Substrat 12 aus zum Katodenbereich 24 unterstützt. Es wird ein erster Strompfad von Anschluß X über Q1, Q2, Bereich 18 (Anode des GDS), den Halbleiterkörper 16 und die Bereiche 22 und 24 (Katode des GDS) zum Anschluß Y aufgebaut. Ein zweiter Stromleitungspfad vom Anschluß X über D1, D2, Bereich 20, Substrat 12, Halbleiterkörper 16 und die Bereiche 22 und 24 zum Anschluß X wird ebenfalls aufgebaut.

Die obenbeschriebene Betriebsbedingung wird dadurch erreicht, daß die Kollektor-Emitter-Spannung von Q2 kleiner als die kombinierten Vorspannungen in Flußrichtung der Dioden D1 und D2 gewählt wird. Dadurch wird sichergestellt, daß das Potential von Anschluß C (das Potential der Torelektrode des GDS) weniger positiv als das von Anschluß B (das Potential der Anode des GDS) während der Stromleitung ist. Dies gewährleistet, daß zwischen dem Anodenbereich 18 und dem Kathodenbereich 24 Stromleitung auftreten kann.

Wird das die lichtempfindliche Basis von Q1 erhellende Licht entfernt, so werden die Transistoren Q1 und Q2 in den AUS-Zustand vorgespannt und der Stromfluß durch sie versiegt. Das Potential von Anschluß B sinkt nun unter das von Anschluß C ab, so daß der Schalter GDS in den AUS-Zustand geschaltet wird. Dadurch wird jegliche Stromleitung zwischen den Anschlüssen X und Y unterbrochen. Somit liegt zu dieser Zeit ein verhältnismäßig hoher Widerstand zwischen den Anschlüssen X und Y vor. Der größte Teil der Spannung zwischen den Anschlüssen X und Y fällt am Anodenbereich 18 (Anschluß B) und Kathodenbereich 24 (Anschluß Y) ab, und nur ein verhältnismäßig bescheidener Betrag fällt zwischen Kollektor und Emitter von Q2 ab. Die Spannung an Kollektor und Emitter von Q2 ist so groß, daß das Potential an Anschluß B hinreichend weniger positiv als das Potential an Anschluß C ist, um sicherzustellen, daß der Schalter GDS in den AUS-Zustand vorgespannt wird.

Anhand des Vorgegangenen läßt sich einschätzen, daß der Pegelverschiebestromkreis LS für die automatische Erzeugung der Vorspannung für die Torelektrode des GDS sorgt, ohne daß eine gesonderte Vorspannungsquelle erforderlich ist.

Er sorgt auch für einen weiteren Strompfad während des EIN-Zustandes, wodurch der Hochstromfluß durch den Verstärker A vermindert wird.

In Fig. 3 wird ein Schaltbauelement 100 gezeigt, bei welchem zwischen den Anschlüssen X1 und Y1 eine Verbindung hergestellt ist, und das dem Bauelement 10 sehr ähnlich ist. Das Schaltbauelement 100 umfaßt einen Verstärker A1, einen Diodentorschalter (GDS1) und einen Pegelverschiebestromkreis LS1. A1 umfaßt einen pnp-Transistor Q3 und einen npn-Transistor Q4 und kann als Verstärker/Schalter bezeichnet werden. Der Emitter von Q3 ist mit dem Kollektor von Q4 gekoppelt, und der Kollektor von Q3 ist mit der Basis von Q4 gekoppelt. LS1 umfaßt in Reihe geschaltete pn-Dioden D3 und D4. Die Basis des Transistors Q3 (Eingangsanschluß D1) ist nicht lichtempfindlich wie im Falle des Transistors Q1 gemäß Fig. 1. Die Wirkungsweise des Schaltbauelementes 100 ist der des Schaltbauelementes 10 sehr ähnlich mit der Ausnahme, daß das Eingangssignal mit der Basis von Q3 über eine elektrische Verbindung und nicht über einen Lichtweg gekoppelt ist und die Verstärkung des Verstärkers A1 sich von der Verstärkung des Verstärkers A unterscheiden kann.

In Figur 4 wird ein Schaltbauelement 102 dargestellt, das zwischen den Anschlüssen X2 und Y2 gekoppelt ist und das dem Schaltbauelement 100 sehr ähnlich ist. Das Schaltbauelement 102 umfaßt den Verstärker A2, der einen Sperrschichtfeldeffekttransistor Q5 besitzt, dessen Torelektrode mit einem Eingangsanschluß 12 gekoppelt ist. A2 kann als Verstärker/Schalter bezeichnet werden. Es umfaßt des weiteren einen Pegelverschiebestromkreis LS2, der eine pn-Diode D5

umfaßt, und einen Diodentorschalter (GDS2). Der Hauptunterschied zwischen den Schaltbauelementen 102 und 100 besteht darin, daß der Sperrschichtfeldeffekttransistor Q5 für Q3 und Q4 eingesetzt wird und eine einzige Diode D5 anstelle der Dioden D3 und D4 Anwendung findet. Die Wirkungsweise des Schaltbauelementes 102 ist der des Schaltbauelementes 100 gemäß Fig. 3 sehr ähnlich mit der Ausnahme, daß die Verstärkung des Verstärkers A3 sich von der Verstärkung von A2 gemäß Fig. 3 unterscheiden kann.

In Fig. 5 wird ein Schaltbauelement 104 dargestellt, das zwischen den Anschlüssen X5 und Y5 gekoppelt ist und den Verstärker A5, den Pegelverschiebestromkreis LS5 und einen Diodentorschalter (GDS5) umfaßt. A5 umfaßt einen pnp-Transistor Q5, und LS5 umfaßt eine pn-Diode D10. A5 kann als Verstärker/Schalter bezeichnet werden. Das Schaltbauelement 104 ist dem Schaltbauelement 102 gemäß Fig. 4 sehr ähnlich mit der Ausnahme, daß der pnp-Transistor Q8 anstelle des Sperrschichtfeldeffekttransistors Q5 und die Diode D10 anstelle der Diode D5 Anwendung findet. Die Wirkungsweise des Schaltbauelementes 104 ist der des Schaltbauelementes 102 sehr ähnlich, aber die Verstärkung von A5 kann sich von der Verstärkung des A2 unterscheiden.

In Fig. 6 wird ein Schaltbauelement 106 dargestellt, das zwischen den Anschlüssen X3 und Y3 gekoppelt ist und die Verstärker A3 und A4, die Diodentorschalter GDS3 und GDS4, die Pegelverschiebestromkreise LS3 und LS4 mit den Dioden D6 bzw. D8 und einen ersten und einen zweiten Einwegstromkreis mit den Dioden D7 und D9 umfaßt. A3 und A4 werden beide als Verstärker/Schalter bezeichnet. Das Schaltbauelement 106 kann als Zweirichtungsschalter, der die Anschlüsse X3 und Y3 koppelt, betrieben werden. Es kann

erreicht werden, daß der Strom von Anschluß X3 zu Anschluß Y3 oder in umgekehrter Richtung fließt.

Bei einem dargestellten Ausführungsbeispiel des Schaltbauelementes 106 umfaßt der Verstärker A3 einen npn-Transistor Q6, dessen Basisbereich lichtempfindlich ist, und der Verstärker A4 umfaßt einen npn-Transistor Q7, dessen Basis ebenfalls lichtempfindlich ist. Die Kombination von A3, GDS3 und D6 und die Kombination von A4, GDS4 und D8 sind im wesentlichen in der gleichen Weise wie A, GDS und LS gemäß Fig. 1 und 2 angeordnet und funktionieren im wesentlichen in der gleichen Weise. Der Kollektor von Q6 ist mit der Anode D6, der Kathode von D7 und dem Anschluß X3 gekoppelt. Der Emitter von Q6 ist mit der Anode von GDS3, der Kathode von GDS4 und mit einem Anschluß U gekoppelt. Der Kollektor von Q7 ist mit der Anode von D8, der Kathode von D9 und mit dem Anschluß Y3 gekoppelt. Der Emitter von Q7 ist mit der Anode von GDS4, der Kathode von GDS3 und mit einem Anschluß V gekoppelt. Die Kathoden von D6 und D8 und die Torelektroden von GDS3 und GDS4 sind alle mit einem Anschluß W gekoppelt.

Ist Anschluß X3 bezüglich des Potentials positiver als Y3 und trifft ein Lichtsignal auf die lichtempfindliche Basis von Q6 auf, so fließt vom Anschluß X3 über Q6 und D6 und über GDS3 in die Kathode von GDS3 und anschließend über D9 und in den Anschluß Y3 ein Strom. Der Widerstand zwischen den Anschlüssen X3 und Y3 ist verhältnismäßig klein, wenn an die lichtempfindliche Basis von Q6 ein Lichtsignal angelegt wird.

Ist das am Anschluß Y3 anliegende Potential positiver als das an X3 anliegende und trifft ein Lichtsignal auf die

lichtempfindliche Basis von Q7 auf, so fließt vom Anschluß Y3 über Q7 und D8 und in GDS4 und anschließend durch D7 und in Anschluß X3 ein Strom. Der Widerstand zwischen den Anschlüssen Y3 und X3 ist verhältnismäßig klein, wenn ein Lichtsignal an die lichtempfindliche Basis angelegt wird.

Es ist somit klar, daß das Schaltbauelement 106 wie ein Zweirichtungsschalter funktioniert, der ebenfalls eine Verstärkung bewirkt.

Die hierin beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen nur der Darstellung der allgemeinen Prinzipien der Erfindung. Es sind verschiedene Modifikationen möglich, die mit dem Inhalt der Erfindung übereinstimmen. Zum Beispiel kann (können) der Verstärker (die Verstärker) ein einzelner n-Kanal- oder p-Kanal-MOS-Transistor sein, und der Pegelverschiebestromkreis kann eine MOS-Ersatzdiode sein. Des Weiteren kann der Verstärker (die Verstärker) aus einem Paar von npn-Transistoren bestehen, die in Darlington-Schaltung miteinander gekoppelt sind. Darüber hinaus kann bzw. können die Verstärker/Schalter beträchtlich komplexer sein und nicht nur aus einem oder zwei Transistoren bestehen, und der Pegelverschiebestromkreis kann gleichfalls komplexer sein und muß nicht nur aus einer oder zwei Dioden bestehen. Des Weiteren kann bzw. können die Verstärker/Schalter und die Pegelverschiebestromkreise aus anderen Bauelementen als Flächen- oder Feldeffekttransistoren oder Dioden bestehen.

Erfindungsanspruch:

1) Schaltbauelement mit einem Diodentorschalter (GDS) bestehend aus einem Halbleiterkörper (16), dessen Volumenabschnitt vom ersten Leitfähigkeitstyp ist, dessen erster Bereich (18) vom ersten Leitfähigkeitstyp ist, dessen zweiter Bereich (24) vom zweiten Leitfähigkeitstyp ist, der entgegengesetzt zum ersten Leitfähigkeitstyp ist, und dessen Torelektrodenbereich (20, 12) vom zweiten Leitfähigkeitstyp ist, wobei der erste, zweite und der Torelektrodenbereich durch Abschnitte des Halbleiterkörper-Volumenabschnitts (16) voneinander getrennt sind, der spezifische Widerstand des Volumenabschnitts verglichen mit den spezifischen Widerständen des ersten, zweiten und des Torelektrodenbereichs verhältnismäßig gering ist, die Ausgangsanschlüsse mit dem ersten und dem zweiten Bereich verbunden sind und ein Torelektrodenanschluß mit dem Torelektrodenbereich verbunden ist, wobei die Parameter des Schaltbauelementes so gewählt sind, daß bei Anlegen einer ersten Spannung an den Torelektrodenbereich ein Verarmungsbereich im Halbleiterkörper gebildet wird, der im wesentlichen den Stromfluß zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich verhindert, und daß bei Anlegen einer zweiten Spannung an den Torelektrodenbereich und bei Anlegen geeigneter Spannungen an den ersten und den zweiten Bereich durch Doppelladungsträgerinjektion ein verhältnismäßig niederohmiger Strompfad zwischen dem ersten und dem zweiten Bereich aufgebaut wird, gekennzeichnet dadurch, daß ein Verstärker (A) mit einem Ausgangsanschluß des Diodentorschalters verbunden ist und ein Pegelverschiebestromkreis (LS) mit dem Verstärker und dem Torelektrodenanschluß verbunden ist.

2) Schaltbauelement nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Verstärker (A, A3, A4) auf Licht anspricht.

3) Schaltbauelement nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß der Verstärker (A) einen ersten und zweiten Transistor (Q1, Q2) umfaßt, die in Darlington-Schaltung miteinander gekoppelt sind und daß der Steueranschluß des ersten Transistors (Q1) lichtempfindlich ist.

4) Schaltbauelement nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß der Pegelverschiebestromkreis (LS) erste und zweite in Reihe gekoppelte Dioden (D1, D2) umfaßt.

5) Schaltbauelement nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Transistoren (Q1, Q2) Flächentransistoren und die Dioden (D1, D2) pn-Dioden sind.

6) Schaltbauelement nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Verstärker (A1, A2, A3) elektrisch anspricht.

7) Schaltbauelement nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß der Verstärker (A1, A2, A5) zumindest einen ersten Transistor umfaßt.

8) Schaltbauelement nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß der erste Transistor (Q5, Q8) ein Flächentransistor ist und die Pegelverschiebestromkreise (LS2, LS5) aus Flächendioden (D5, D10) bestehen.

9) Schaltbauelement nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß der Verstärker (A1) einen ersten und zweiten Flächentransistor (Q3, Q4) umfaßt, die in Darlington-Schaltung

miteinander gekoppelt sind, und daß der Pegelverschiebestromkreis (LS1) eine erste und eine zweite Diode (D3, D4) umfaßt, die in Reihe gekoppelt sind.

10) Schaltbauelement nach Punkt 1, gekennzeichnet durch einen zweiten Verstärker (A4) mit einem Eingang und einem ersten und zweiten Ausgang; einen zweiten Diodentorschalter (GDS4) von der gleichen Art wie der besagte Diodentorschalter sowie mit Ausgangsanschlüssen und einem Torelektrodenanschluß, einen zweiten Pegelverschiebestromkreis (LS4), der mit dem ersten Ausgang des zweiten Verstärkers (A4) und mit einem ersten Anschluß Y3 und mit einem Torelektrodenanschluß des zweiten Diodentorschalters (GDS4) und mit einem zweiten Anschluß (W) gekoppelt ist, wobei der erste Pegelverschiebestromkreis (LS3), der mit einem ersten Ausgangsanschluß des ersten Verstärkers (A3) und mit einem dritten Anschluß X3 und mit der Torelektrode des Diodentorschalters (GDS3) und mit dem zweiten Anschluß (W) gekoppelt ist; einen ersten und einen zweiten Einwegstromkreis (D7, D9), wobei der erste Verstärker (A3) einen ersten und einen zweiten Ausgang besitzt, der erste Einwegstromkreis (D7) mit dem dritten Anschluß (X3), mit dem ersten Ausgang des ersten Verstärkers (A3), mit einem Ausgangsanschluß des zweiten Diodentorschalters (GDS4), mit einem vierten Anschluß (U), mit dem zweiten Ausgang des ersten Verstärkers (A3) und mit einem Ausgangsanschluß des ersten Diodentorschalters (GDS3) gekoppelt ist und wobei der zweite Einwegstromkreis (D9) mit dem ersten Ausgang des zweiten Verstärkers (A4) und mit dem ersten Anschluß (Y3) gekoppelt ist und mit einem Ausgang des Diodentorschalters (GDS3) und mit einem fünften Anschluß (V) und mit einem Ausgangsanschluß des zweiten Diodentorschalters (GDS4) und mit dem zweiten Ausgang des zweiten Verstärkers (A4) gekoppelt ist.

FIG. 1

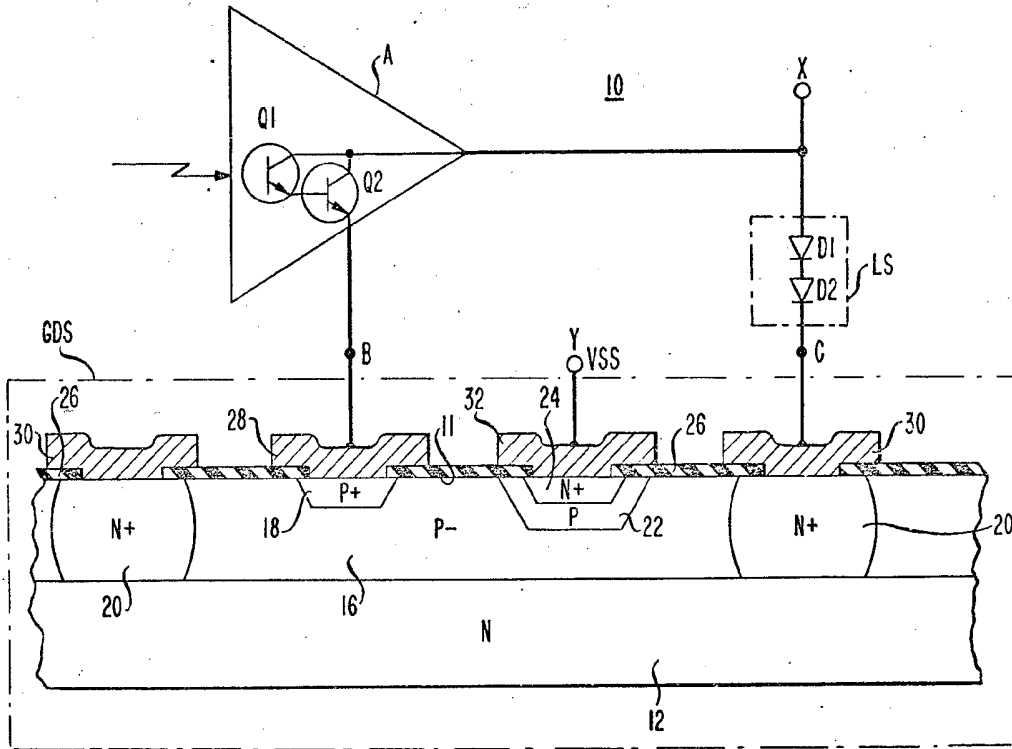


FIG. 2

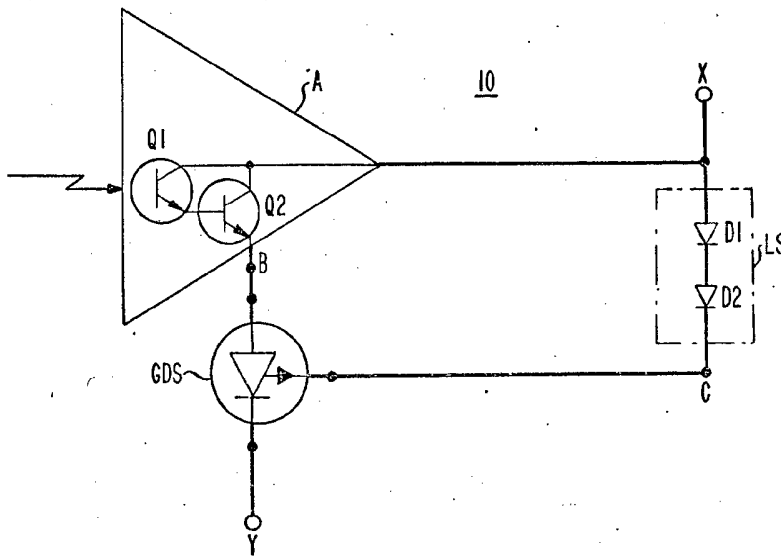


FIG. 3

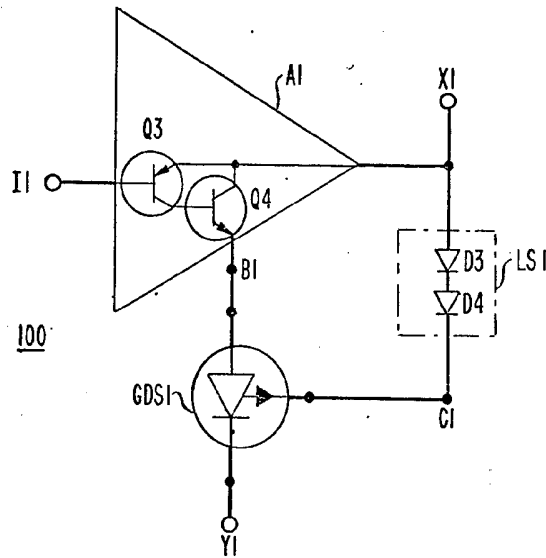


FIG. 4

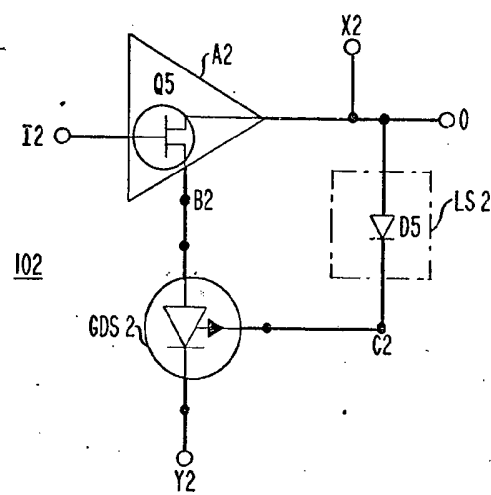


FIG. 5

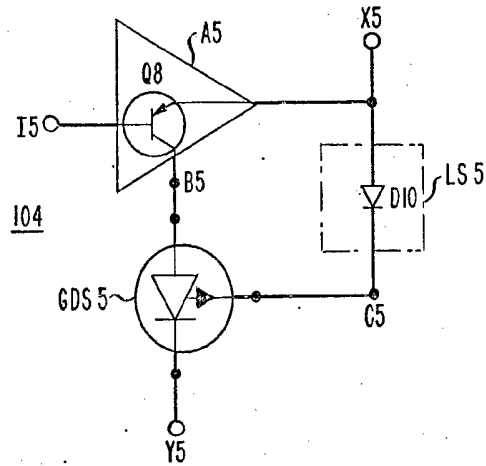


FIG. 6

