



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 655 204 A5

⑤① Int. Cl.4: H 01 L 29/70
H 01 L 29/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

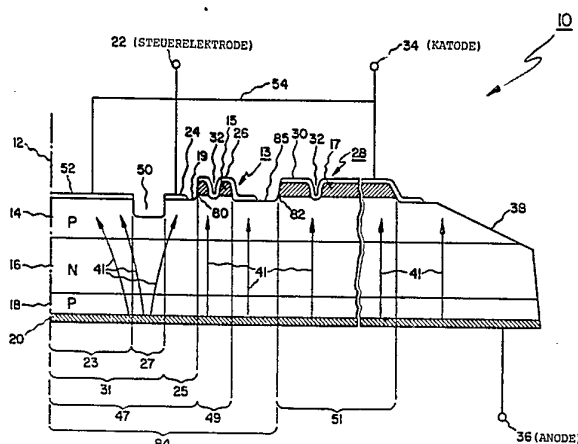
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer:	3373/81	㉗ Inhaber:	General Electric Company, Schenectady/NY (US)
㉑ Anmeldungsdatum:	22.05.1981	㉘ Erfinder:	Temple, Victor Albert Keith, Jonesville/NY (US)
㉓ Priorität(en):	23.05.1980 US 152770	㉙ Vertreter:	Dr. A. R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich
㉔ Patent erteilt:	27.03.1986		
㉕ Patentschrift veröffentlicht:	27.03.1986		

⑤④ **Hochspannungshalbleitervorrichtung.**

⑤⑦ Die Halbleitervorrichtung (10) für Hochspannung kann ungewollt durch kapazitive Verschiebungsströme durchgeschaltet werden, die durch relativ hohe Spannungssprünge an einer Anode (20) und einer Katode (30) der Vorrichtung entstehen. Die kapazitiven Verschiebungsströme drücken sich als ein Steuerstrom aus, der in einem Thyristor die Vorrichtung leitend macht, wenn er einen kritischen Wert übersteigt. Ein leitender Ring (52) und eine benachbarte Nut (50) werden an der Oberfläche der Vorrichtung (10) zusammen mit gewissen Zwischenverbindungen benutzt, um den Wert des durch die Spannungssprünge erzeugten Steuerstroms auf einem Wert zu halten, der unter dem kritischen Wert liegt.



PATENTANSPRÜCHE

1. Hochspannungshalbleitervorrichtung, gekennzeichnet durch wenigstens eine erste und eine zweite Katode (26; 78 bzw. 30; 77), durch eine Anode (20), durch ein kollektives Steuerelektrodengebiet (47; 62), das an die erste Katode (26; 78) angrenzt und ein erstes Steuerelektrodengebiet (25; 66) an der ersten Katode zum Empfangen eines angelegten Signals, ein zweites Steuerelektrodengebiet (23; 64) und ein Isoliergebiet (27; 68), das das erste Steuerelektrodengebiet vom zweiten Steuerelektrodengebiet trennt, aufweist, durch ein leitendes Element (54; 104), das das zweite Steuerelektrodengebiet mit der zweiten Katode verbindet, wobei die erste und die zweite Katode eine Emitterschicht (15; 17; 71, 79) haben, die unter einer Elektrode (30 bzw. 77) angebracht und von der Anode (20) durch mindestens drei Schichten (14, 16, 18) aus Material abwechselnden Leitungstyps getrennt ist, und wobei die zweite Katode (30, 77) mit dem leitenden Element (54; 104) durch eine erste (14) der Schichten verbunden ist und die zweite Katode (30, 77) und die Anode (20) dazu bestimmt sind, zwischen die entgegengesetzten Enden einer Potentialquelle hoher Spannung geschaltet zu werden, die periodische hohe Spannungssprünge hat, wobei das periodische Auftreten der Spannungssprünge an der Katode (30; 77) und der Anode (20) kapazitive Verschiebungsströme innerhalb der ersten Schicht (14) sowie innerhalb einer zweiten Schicht (18) erzeugt, die sich als kapazitiver Steuerstrom in den Emitterschichten (15, 17; 71, 79) der ersten und der zweiten Katode (26, 30; 77, 78) äussern, durch eine Isoliereinrichtung (50; 102), die auf einem oberen Teil der ersten Schicht (14) in dem Isoliergebiet des kollektiven Steuerelektrodengebietes angeordnet ist und einen Pfad hoher Impedanz bildet, der beim Anlegen eines Signals an das erste Steuerelektrodengebiet (25; 66) entsteht, und im wesentlichen verhindert, dass Steuerstrom über das zweite Steuerelektrodengebiet (23; 64) und das leitende Element (54; 104) zu der zweiten Katode geleitet wird, und durch einen leitenden Ring (52; 100), der mit dem zweiten Steuerelektrodengebiet (23; 64) und mit der zweiten Katode (30; 77) verbunden ist, wobei das Isoliergebiet (27; 68) eine Impedanz für die durch Spannungssprünge erzeugten kapazitiven Verschiebungsströme bildet, die in dem zweiten Steuerelektrodengebiet (23; 64) fliessen, und wobei der leitende Ring einen Nebenschlussweg für durch Spannungssprünge erzeugte kapazitive Verschiebungsströme bildet, die in dem zweiten Steuerelektrodengebiet (23; 64) fliessen, wodurch ein Teil der durch Spannungssprünge erzeugten kapazitiven Ströme von der Emitterschicht der zweiten Katode (30; 77) weggeleitet wird, so dass die durch Spannungssprünge erzeugten kapazitiven Verschiebungsströme, die sich als Steuerstrom äussern, verringert werden, wodurch die kritische Spannungsteilheit der Vorrichtung (10; 60) verbessert wird.

2. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens drei Schichten (14, 16, 18) Material abwechselnden Leitungstyps umfassen, so dass das periodische Auftreten von Spannungssprüngen zwischen der zweiten Katode (30; 77) und der Anode (20) kapazitive Verschiebungsströme innerhalb der ersten, der zweiten und der dritten Schicht (14, 16, 18) erzeugt, die sich als ein Steuerstrom äussern, der den Emitterschichten (15, 17; 71, 79) der ersten und der zweiten Katode (26; 78 bzw. 30; 77) zugeführt wird.

3. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Katode (26; 78) zwischen der zweiten Katode (30; 77) und dem kollektiven Steuerelektrodengebiet (47; 62) angeordnet ist, so dass die periodischen Spannungssprünge zwischen der zweiten Katode und der Anode (20) kapazitive Verschiebungsströme innerhalb der dritten Schicht (18) sowie in der ersten und in der zweiten

Schicht (14, 16) erzeugen, die sich als Steuerstrom in den Emitterschichten (15, 17; 71, 79) der ersten und der zweiten Katode (26; 78 bzw. 30; 77) äussern, und dass der leitende Ring (52; 100) einen Nebenschlussweg zum Wegleiten eines Teils der durch Spannungssprünge erzeugten kapazitiven Verschiebungsströme, die in dem zweiten Steuerelektrodengebiet (23; 64) fliessen, von den Emitterschichten der ersten und der zweiten Katode bildet, so dass die durch Spannungssprünge erzeugten kapazitiven Verschiebungsströme, die sich als Steuerstrom in den Emitterschichten der ersten und der zweiten Katode äussern, verringert werden, wodurch die kritische Spannungsteilheit der Vorrichtung (10; 60) verbessert wird.

4. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das kollektive Steuerelektrodengebiet (47; 62) eine Elektrode (24; 98) auf der ersten Schicht (14) aufweist, die für einfallende Strahlung geeigneter Frequenz durchlässig ist, wodurch Steuerstrom durch die einfallende Strahlung, die auf das erste Steuerelektrodengebiet (25; 66) über die Elektrode auftrifft, erzeugt wird.

5. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der leitende Ring (52; 100) innerhalb eines Umfanges angeordnet ist, der durch die Isoliereinrichtung (50; 102) begrenzt wird.

6. Halbleitervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der leitende Ring (52; 100) sich ausserhalb des Umfanges befindet, der durch die Isoliereinrichtung (50; 102) festgelegt ist.

7. Halbleitervorrichtung nach einem der Ansprüche 1, 2, 3, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der leitende Ring (52; 100) mit der zweiten Katode (30; 77) über eine Metallisierungsschicht verbunden ist, die an einem Ende mit dem leitenden Ring und am anderen Ende mit der zweiten Katode integral verbunden ist.

35

Die Erfindung bezieht sich auf Hochspannungshalbleiterschaltvorrichtungen, die weniger zum ungewollten Durchschalten aufgrund von hohen Spannungssprüngen neigen.

Thyristoren, Thyristoren mit einer Steuerelektrode für Flächenzündung (amplifying gate), Triacs und Transistoren sind Halbleitervorrichtungen, die häufig benutzt werden, um Hochspannungsquellen ein- und abzuschalten. Diese Vorrichtungen haben wenigstens eine erste und eine zweite hauptstromführende Elektrode und eine Gate- oder Steuerelektrode. Eine Hauptspannung wird an die erste und die zweite Elektrode angelegt, so dass zwischen diesen ein Hauptstrom beim Anlegen eines Steuersignals an die Steuerelektrode fliesst. Von der Vorrichtung wird gesagt, dass sie in einem Durchschaltzustand ist, wenn Leitungsstrom zwischen der ersten und der zweiten Elektrode fliesst. Weil die Vorrichtung eine innere Sperrschichtkapazität hat, ist ihr Vorwärtsspervermögen für die Geschwindigkeit empfindlich, mit der eine Vorwärts-Spannung an ihre Hauptanschlüsse angelegt wird. Eine steil ansteigende Spannung, die an den Hauptanschlüssen eingeprägt wird, kann bewirken, dass ein kapazitiver Lade- oder Verschiebungsstrom durch die Vorrichtung fliesst. Der Verschiebungsstrom ($i = C_j dv/dt$) ist eine Funktion des Wertes der Eigensperrschichtkapazität und der Anstiegsgeschwindigkeit der eingeprägten Spannung. Wenn die Anstiegsgeschwindigkeit der eingeprägten Spannung einen kritischen Wert übersteigt, kann der kapazitive Verschiebungsstrom gross genug sein, um einen Steuerstrom ausreichender Stärke und für eine ausreichende Zeit zum Durchschalten der Vorrichtung zu erzeugen. Die Fähigkeit der Vorrichtung, einen eingeprägten Spannungssprung an ihren

60

65

Hauptanschlüssen auszuhalten, wird als kritische Spannungssteilheit oder dv/dt -Fähigkeit bezeichnet, die in Volt/Mikrosekunde ausgedrückt wird. Die kritische Spannungssteilheit wird besonders bedeutsam, wenn Spannungssprünge an den Hauptanschlüssen der Vorrichtung eingepreßt werden. Spannungssprünge treten in elektrischen Anlagen auf, wenn irgendeine Störung den normalen Betrieb der Anlage unterbricht, oder selbst im normalen Schaltungsbetrieb, wenn andere Vorrichtungen in der Anlage ein- oder abschalten. Spannungssprünge haben im allgemeinen eine hohe Anstiegsgeschwindigkeit, die grösser sein kann als die kritische Spannungssteilheit der Vorrichtung. Wenn die Anstiegsgeschwindigkeit des Spannungssprunges die kritische Spannungssteilheit, beispielsweise des Thyristors, übersteigt, kann es vorkommen, dass die Vorrichtung ungewollt durchgeschaltet wird.

Es gibt eine Anzahl von bekannten Methoden zum Erhöhen der kritischen Spannungssteilheit der Halbleitervorrichtung. Eine solche Methode ist die Verwendung von Katodennebenwegen oder «Emitter-Kurzschlüssen» in einer relativ grossen Emitterfläche einer Halbleitervorrichtung. Nachteile, die bei der Verwendung von solchen Emitter-Kurzschlüssen auftreten können, sind, dass der Steuerstrom, der zum Aktivieren der Halbleitervorrichtung erforderlich ist, erhöht wird und dass der di/dt -Nennwert (kritische Stromsteilheit) der Vorrichtung verringert wird.

Eine weitere bekannte Methode zum Verbessern der kritischen Spannungssteilheit der Halbleitervorrichtung ist die Verwendung einer Verschachtelung. Die Verschachtelung vergrössert die anfängliche Durchschaltfläche der Emitter und verringert entsprechend die Durchschalttempfindlichkeit der Vorrichtung gegenüber dem Steuerstrom. Die Verschachtelungslösung bringt Probleme mit sich, weil ein grösseres Gehäuse erforderlich ist und weil der erforderliche Steuerstrom erhöht wird.

Noch eine weitere bekannte Methode zum Erhöhen der kritischen Spannungssteilheit der Halbleitervorrichtung ist die Verwendung eines Widerstands, der zwischen der Steuerelektrode und die Katode der Halbleitervorrichtung geschaltet ist und einen Nebenschlussweg zum Ableiten eines Teils des durch den Spannungssprung erzeugten Steuerstroms von dem Emitter der Katode bildet. Die Verwendung eines ohmschen Nebenschlussweges für das Steuersignal verringert ebenfalls die Steuerstromempfindlichkeit der Halbleitervorrichtung.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Halbleitervorrichtung zu schaffen, in der Einrichtungen zum Erhöhen ihrer kritischen Spannungssteilheit (dv/dt -Nennwert) vorgesehen sind, ohne dass dadurch andere Parameter der Vorrichtung verschlechtert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die Erfindung die im Patentanspruch 1 definierte Hochspannungshalbleitervorrichtung, in der die kritische Spannungssteilheit der Vorrichtung dadurch erhöht wird, dass die Grösse der transienten kapazitiven Verschiebungsströme, die zu den Emitttern der Vorrichtung geleitet werden, verringert wird.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen näher beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Teilquerschnittansicht eines Thyristors mit in der Mitte angebrachter Steuerelektrode für Flächenzündung («Zentralgate») als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 eine Teilquerschnittansicht eines Thyristors mit am Rand angebrachter Steuerelektrode für Flächenzündung («Randgate») als ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 3 in Draufsicht einen Thyristor der in Fig. 1 dargestellten Art und

Fig. 4 in Draufsicht einen Thyristor der in Fig. 2 dargestellten Art.

5

Fig. 1 zeigt eine Teilquerschnittansicht einer Halbleitervorrichtung 10, die als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung als ein Thyristor mit in der Mitte angebrachter Steuerelektrode für Flächenzündung («Zentralgate») ausgebildet ist.

10 Die Halbleitervorrichtung 10 hat eine Anodenbasisschicht 16 aus N-Halbleitermaterial und eine Schicht 18 aus P-Halbleitermaterial, die unterhalb und in Berührung mit der Schicht 16 angeordnet ist. Eine Katodenbasisschicht 14 aus P-Halbleitermaterial ist über und in Berührung mit der Schicht 16 angeordnet. Die Schichten 14 und 16 sind mit einer schräggeschliffenen Fläche 38 gezeigt, die an deren äusseren Umfängen angeordnet ist und zum Erhöhen der Lawinendurchbruchspannung dient. Die Halbleiterschicht 14 bildet den grössten Teil der oberen Fläche 19 der Halbleitervorrichtung 10. Die Halbleiterschicht 18 bildet ein Substrat der Vorrichtung 10. Die Vorrichtung 10 enthält einen Pilot- oder Hilfsthyristor 13 und einen Hauptthyristor 28, die jeweils eine stark dotierte N^+ -Schicht 15 bzw. 17 haben. Die N^+ -Schicht 15 bildet den Emitter des Steuerthyristors 13. 25 Ebenso bildet die N^+ -Schicht 17 den Emitter des Hauptthyristors 28. Dem Emitter 15 ist eine Metallisierungsschicht 26 überlagert, die hier als Hilfsstufenkatodenelektrode oder erste Katodenelektrode bezeichnet wird. Ebenso ist dem Emitter 17 eine Metallisierungsschicht 30 überlagert, die hier als Hauptstufenkatodenelektrode oder zweite Katodenelektrode bezeichnet wird. Der Emitter 15 und die Schicht 26 bilden die Hilfsstufenkatode, während der Emitter 17 und die Schicht 30 die Hauptstufenkatode bilden.

Die Metallisierungsschicht 30 bildet einen Kontakt zum 35 Anschliessen eines Endes einer Quelle relativ hoher Spannung (nicht dargestellt) über einen Anschluss 34. Die Metallisierungsschichten 26 und 30 haben, bei Bedarf, herkömmliche Emitter-Kurzschlüsse («Katodennebenwege») 32, die in deren oberen Teilen gebildet sind und sich in die Schicht 14 erstrecken. Eine weitere Metallisierungsschicht 24, die hier als Steuerelektrode der Halbleitervorrichtung 10 bezeichnet wird, ist der Katodenbasisschicht 14 überlagert. Die Steuerelektrode 24 kann mit einer Steuersignalquelle über einen Anschluss 22 verbunden sein. Noch eine weitere Metallisierungsschicht 20, die hier als Anode der Halbleitervorrichtung 10 bezeichnet wird, ist unter der Schicht 18 angeordnet und bildet eine Einrichtung zum Verbinden des anderen Endes der Quelle hoher Spannung mit der Halbleitervorrichtung 10 über einen Anschluss 36.

50 Die in Fig. 1 gezeigte Halbleitervorrichtung 10 hat ein kollektives Steuerelektrodengebiet 47, das sich von einer Mittellinie 12 zu einem vorderen Rand 80 des Hilfsthyristors 13 erstreckt (der auch als Durchschaltlinie des Hilfsthyristors 13 bezeichnet wird), ein Hilfsthyristorgebiet 49, das sich vom Ende des kollektiven Steuerelektrodengebietes 47 zum Ende des Emitters 15 des Hilfsthyristors 13 erstreckt, und ein Hauptthyristorgebiet 51, das sich von einer am vorderen Rand des Emitters 17 befindlichen Durchschaltlinie 82 zu dem hinteren Rand des Emitters 17 erstreckt.

60 Das kollektive Steuerelektrodengebiet 47 ist häufig ein relativ grosses Gebiet, das eine typische Abmessung von der Mittellinie 12 zu dem Emitter 15 von 5,3 mm (210 mils) in einer Vorrichtung mit einem Durchmesser von 50,8 mm (2 inches) hat. Dieses Gebiet kann in einigen Ausführungsformen kleiner sein, sofern Massnahmen getroffen werden, um einen langen inneren Umfang des Hilfsthyristoremitters 15 und dadurch eine geeignete kritische Stromsteilheit oder di/dt -Fähigkeit beizubehalten. Das kollektive Steuer-

elektrodengebiet 47 umfasst drei Untergebiete: ein erstes Steuerelektrodengebiet 25, ein zweites Steuerelektrodengebiet 23 und ein Isoliergebiet 27, das das Gebiet 23 von dem Gebiet 25 trennt. Das Gebiet 23 ist typischerweise der grösste Bruchteil des Steuerelektrodengebietes 47 und erstreckt sich in diesem Beispiel bis zu 4,83 mm (190 mils) von der Mittellinie 12 aus. Das Gebiet 25 hat eine typische Breite von 0,25 mm (10 mils), was die Differenz zwischen der Strecke 31, die in diesem Beispiel eine Abmessung von 5,08 mm (200 mils) ab der Mittellinie 12 hat, und der Ausdehnung von 5,33 mm (210 mils) des kollektiven Steuerelektrodengebietes 47 ab der Mittellinie 12 ist. Ebenso hat das Gebiet 27 eine typische Breite von 0,25 mm (10 mils), was die Differenz zwischen der 5,08 mm (200 mils) betragenden Länge der Strecke 31 ab der Mittellinie 12 und der 4,83 mm (190 mils) betragenden Ausdehnung des Gebietes 23 ab der Mittellinie 12 ist. Auf einem gewissen Teil seines Umfangs kann das Gebiet 27 zweckmässig verbreitert sein, um einen grossen Steueranschluss aufnehmen zu können.

Das erste Steuerelektrodengebiet 25 ist an seiner oberen Fläche mit der Steuerelektrode 24 verbunden und dient als Steueranschlussgebiet für die Halbleitervorrichtung 10. Ein elektrisches Steuersignal kann an die Steuerelektrode 24 über den Anschluss 22 angelegt werden. Die Halbleitervorrichtung 10 kann auch durch eine Lichtquelle (nicht gezeigt) aktiviert werden, aus der Strahlung auf das Gebiet 25 auftreffen kann, von dem ein Teil mit einer lichtdurchlässigen oder teilweise lichtdurchlässigen Elektrode 24 bedeckt sein kann. Weitere bekannte Techniken können angewandt werden, um die lichtelektrische Wirkung des Gebietes 25 zu verbessern.

In der oberen Fläche des Gebietes 27 ist eine Isoliereinrichtung 50 gebildet, wie beispielsweise eine Nut, die in den oberen Teil des Gebietes 27 geätzt ist. Die Isoliereinrichtung 50 erzeugt eine relativ grosse Querimpedanz zwischen den Gebieten 23 und 25, die im wesentlichen verhindert, dass Steuerstrom, der beim Anlegen eines Steuersignals an das Gebiet 25 erzeugt wird, in das Gebiet 23 geleitet wird. Die Isoliereinrichtung 50 kann statt einer Nut in der oberen Fläche des Gebietes 27 auch jede andere Form haben, denn es ist lediglich erwünscht, dass diese Isoliereinrichtung eine relativ grosse Impedanz zwischen den Gebieten 25 und 23 schafft. Beispielsweise kann die P-Basissschicht 14 in zwei Abschnitten gebildet werden, und zwar durch normale planare Diffusion in einen innersten Abschnitt, der mit dem Gebiet 23 zusammenfällt, und ein äusseres Gebiet, das an dem Ende des Radius 31 beginnt und sich bis zu dem Rand der Halbleitervorrichtung 10 erstreckt.

Die grosse Fläche des Steuerelektrodengebietes 47 ist eine Folge des Erfordernisses einer langen Durchschaltlinie 80 (d.h. eines grossen inneren Umfangs) des Emitters 15 des Hilfsthystors 13 aus Gründen der Stromsteilheit di/dt . Das Gebiet 25 und die Steuerelektrode 24 bilden eine Einrichtung zum Verteilen der relativ grossen Steuerströme, die zum richtigen anfänglichen Durchschalten der Halbleitervorrichtung 10 erforderlich sind. Die Durchschaltlinie 80 ist lang, und der Steuerstrom ist gross, um zu verhindern, dass sich innerhalb der Halbleitervorrichtung 10 heisse Flecken bilden, die wegen der relativ starken Durchschaltströme auftreten können, wodurch eine darauf zurückzuführende Beschädigung der Halbleitervorrichtung 10 verhindert wird. Ein grosses Gebiet 47 hat jedoch von Haus aus einen Nachteil, weil es einen Hauptbeitrag zu der Erzeugung von unerwünschten kapazitiven Verschiebungsströmen liefert.

Oben wurde bereits erwähnt, dass das Auftreten von an der Katode und der Anode einer Halbleitervorrichtung, wie der Halbleitervorrichtung 10, eingepprägten Spannungssprüngen das Fliessen von kapazitiven Verschiebungsströmen innerhalb der Halbleitervorrichtung 10 verursachen kann. Diese

Ströme sind in Fig. 1 als Pfeile 41 dargestellt, die von der Anode 20 ausgehen und nach oben durch die Schichten 18, 16 und 14 hindurch zu dem oberen Teil 19 der Vorrichtung 10 fliessen. Die durch Spannungssprünge erzeugten kapazitiven Verschiebungsströme werden üblicherweise als dv/dt -Ströme bezeichnet und werden im folgenden auch so genannt. Ein Teil der dv/dt -Ströme 41 kann sich als ein Steuerstrom äussern, dessen Wert ausreicht, um einen kritischen Wert zu überschreiten und den Hauptthyristor 28 leitend zu machen und so die Halbleitervorrichtung 10 ungewollt durchzuschalten. Ebenso kann ein Teil der dv/dt -Ströme 41 auch auf den Hilfsthystor 13 treffen und diesen leitend machen, so dass die Halbleitervorrichtung 10 ungewollt durchgeschaltet wird. Insbesondere die Gebiete 23, 25 und 27 tragen denjenigen Teil der kapazitiven Verschiebungsströme 41 bei, der bewirkt, dass die erste Emitter(Steuer)-Thyristorstufe durchgeschaltet. Zum Verringern dieses unerwünschten Beitrages wird ein dv/dt -Schutzring 52 auf dem Gebiet 23 angebracht, um denjenigen Teil des kapazitiven dv/dt -Stroms des Steuerelektrodengebietes, der durch das Gebiet 23 beigetragen wird, kurzzuschliessen.

Der dv/dt -Schutzring 52, der auf der oberen Fläche des Gebietes 23 angeordnet ist, ist mit der Elektrode 30 des Hauptthyristors 28 über einen Leiter 54 verbunden. Der dv/dt -Schutzring 52 besteht typischerweise aus einer Metallisierungsschicht, die zusammen mit dem Leiter 54 einen Nebenschluss- oder Parallelweg bildet, welcher einen wesentlichen Teil der transienten dv/dt -Ströme, die innerhalb des Steuerelektrodengebietes 47 fliessen, von den Emittern 15 und 17 weg- und zu der Katodenelektrode 30 des Hauptthyristors 28 leitet. Die Verwendung des dv/dt -Schutzringes 52 zum Schaffen eines Nebenschlussweges für die dv/dt -Ströme aus dem zweiten Steuerelektrodengebiet 23 weg von den Emittern 15 und 17 erhöht den dv/dt -Nennwert oder die kritische Spannungsteilheit der Hochspannungshalbleitervorrichtung beträchtlich, ohne dass die übrigen Parameter der Hochspannungshalbleitervorrichtung verschlechtert werden. Die Isoliereinrichtung 50 in dem Gebiet 27 gewährleistet, dass wenig oder kein dv/dt -Strom aus dem Gebiet 23 als ein lateraler Steuerstrom in der Halbleiterschicht 14 an der Durchschaltlinie 80 erscheinen kann.

In erster Näherung wird die Verbesserung der kritischen Spannungsteilheit oder dv/dt -Fähigkeit des Hilfsthystors 13 durch $(A_{47})/(A_{47}-A_{23})$ dargestellt, wobei A_{23} und A_{47} die Flächeninhalte der Gebiete 23 bzw. 47 sind. Mit derselben Genauigkeit ist die Verbesserung der kritischen Spannungsteilheit oder dv/dt -Fähigkeit des Hauptthyristors gegeben durch $A_{84}/(A_{84}-A_{23})$, wobei A_{84} die durch die Einschaltlinie 82 des Hauptthyristors umschlossene Fläche ist.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 2 dargestellt, die eine Teilquerschnittansicht eines Thyristors 60 mit am Rand angebrachter Steuerelektrode für Flächenzündung («Randgate») zeigt. Die Schichten 14, 16 und 18, die Anode 20 und die schräggeschliffene Fläche 38 haben die gleiche Struktur und die gleiche Funktion wie die mit gleichen Bezugswerten versehenen Elemente von Fig. 1, die für die Halbleitervorrichtung 10 beschrieben worden sind, und die transienten dv/dt -Ströme 41 gleichen den mit derselben Bezugswert in Fig. 1 bezeichneten. Die Vorrichtung 60 von Fig. 2 enthält einen Hilfsthystor 76 und einen Hauptthyristor 73. Der Hilfsthystor 76 enthält einen Emitter 79, der aus einem hochleitenden N-Material gebildet ist, welchem eine Metallisierungsschicht 78 überlagert ist. Ebenso enthält der Hauptthyristor 73 einen Emitter 71, der aus einem hochleitenden N-Material gebildet ist, welchem eine Metallisierungsschicht 77 überlagert ist. Die Metallisierungsschichten 78 und 77 werden hier als erste (oder Steuerstufen-) Katodenelektrode und als zweite (oder Haupt-

stufen-) Katodenelektrode bezeichnet. Die Elektrode 77 hat herkömmliche Emitterkurzschlüsse oder Katodennebenwege 72, die in ihrem oberen Teil gebildet sind und sich in die Schicht 14 erstrecken.

Eine Metallisierungsschicht 98, die die Steuerelektrode der Vorrichtung 60 bildet, empfängt ein an den Anschluss 22 angelegtes elektrisches Signal. Die Vorrichtung 60 kann ausserdem durch eine Lichtquelle aktiviert werden, wenn eine Lichtstrahlung auf den Halbleiter unter der Steuerelektrode 98 gerichtet wird. Damit die Vorrichtung 60 eine durch Licht aktivierbare Vorrichtung bilden kann, kann daher die Steuerelektrode 98 eine lichtdurchlässige oder teilweise lichtdurchlässige Elektrode sein. Ein Unterschied, den die Vorrichtung 60 gegenüber der zuvor beschriebenen Halbleitervorrichtung 10 aufweist, besteht darin, dass ein kollektives Steuerelektrodengebiet 62 nahe dem Rand der Vorrichtung 60 angeordnet ist.

Das kollektive Steuerelektrodengebiet 62 gleicht dem oben beschriebenen kollektiven Steuerelektrodengebiet 47 der Halbleitervorrichtung 10 und weist ein erstes Steuerelektrodengebiet 66, ein zweites Steuerelektrodengebiet 64 und ein Isoliergebiet 68, das die Gebiete 64 und 66 voneinander trennt, auf.

Der zentrale Teil des Gebietes 68 ist in einem Abstand von der Mittellinie 12 dargestellt, der beispielsweise einen typischen Wert von 22,86 mm (900 mils) ab der Mittellinie 12 in einer Vorrichtung mit einem Durchmesser von 50,80 mm (2 inches) haben könnte. Das Gebiet 68 hat eine typische Breite von 0,25 mm (10 mils). Die Gebiete 66 und 64 grenzen an das Gebiet 68 an, wobei sich das Gebiet 66 von dem Gebiet 68 aus nach innen zu einer Einschaltlinie 88 erstreckt, die sich an dem vorderen Rand des Emitters 79 des Hilfsthystors 76 befindet, und wobei sich das Gebiet 64 von dem Gebiet 68 aus nach aussen zu dem äusseren Umfang der Vorrichtung 60 erstreckt. Eine Durchschaltlinie 86 befindet sich an dem vorderen Rand des Hauptthystor-Emitters 71. Das Gebiet ausserhalb der Durchschaltlinie 86 wird hier als Gebiet 89 bezeichnet.

Auf der oberen Fläche des zweiten Steuerelektrodengebietes 64 an einer Stelle, die an den oberen Teil einer schräggeschliffenen Fläche 38 angrenzt, ist ein dv/dt-Schutzring 100 mit einer zweiten Katodenelektrode 77 und mit einem Katodenanschluss 34 durch einen Leiter 104 verbunden. In der Fläche des oberen Teils des Gebietes 68 ist eine Isoliereinrichtung 102 gebildet.

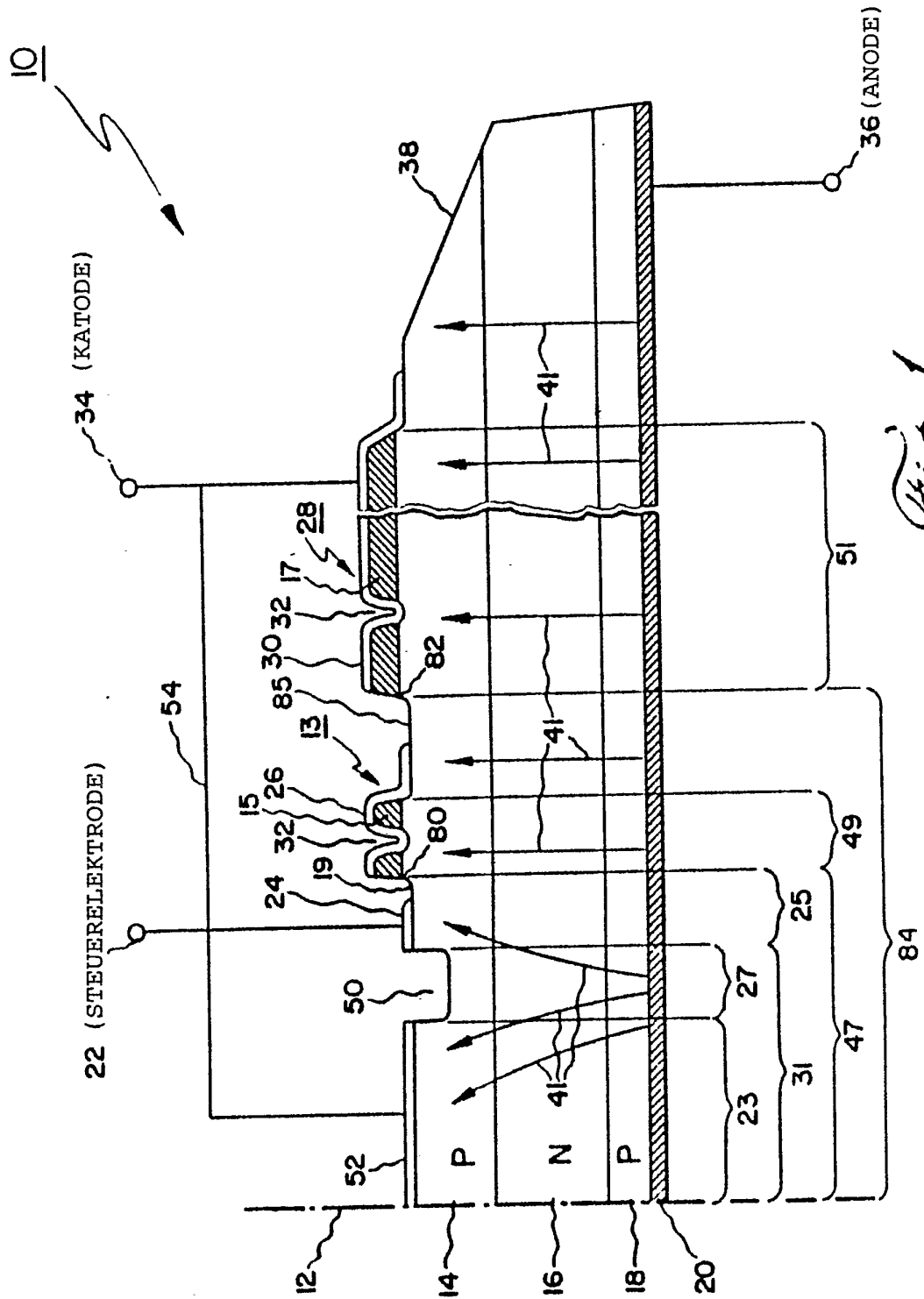
Der dv/dt-Schutzring 100 und eine Isoliereinrichtung 102 gleichen dem zuvor beschriebenen dv/dt-Schutzring 52 bzw. der Isoliereinrichtung 50 der Halbleitervorrichtung 10, während der Leiter 104 demselben Zweck wie der Leiter 54 dient. Ebenso gleicht das zweite Steuerelektrodengebiet 64 des kollektiven Steuerelektrodengebietes 62 dem oben beschriebenen zweiten Steuerelektrodengebiet 23 des kollektiven Steuerelektrodengebietes 47 der Halbleitervorrichtung 10. Das Gebiet 62 gleicht in seiner Funktion dem Gebiet 47 und weist einen ähnlichen Nachteil auf. Der dv/dt-Schutzring 100 wird auf dem oberen Teil des Gebietes 64 verwendet, um einen Hauptteil des kapazitiven Beitrages des Gebietes 62 zu der Erzeugung der unerwünschten dv/dt-Ströme 41 kurzzuschliessen, indem ein Nebenschluss- oder Parallelweg geschaffen wird, der die in dem Gebiet 64 fliessenden dv/dt-Ströme von den Emittern 79 und 71 des Hilfsthystors 76

bzw. des Hauptthystors 73 weggleitet. Die in das Gebiet 69 fliessenden dv/dt-Ströme werden zur zweiten Katodenelektrode 77 des Hauptthystors 73 über den Leiter 104 kurzgeschlossen und deshalb aus den dv/dt-Strömen entfernt, die normalerweise an den Durchschaltlinien 88 und 86 vorhanden sein würden. Die Isoliereinrichtung 102 verhindert, dass Steuerstrom, der durch Anlegen eines Steuersignals an das Gebiet 66 der Vorrichtung 60 erzeugt wird, zu dem dv/dt-Schutzring 100 kurzgeschlossen wird. Die Vorrichtung 60 hat deshalb typische dv/dt-Verbesserungsfaktoren von $A_{62}/(A_{62} - A_{69})$ für den Hilfsthystor und $A_{89}/(A_{89} - A_{64})$ für den Hauptthystor. Das ist eine relativ grosse Verbesserung für einen Thyristor mit Randgate.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 3 in Form einer Draufsicht auf einen Thyristor 118 mit einer in der Mitte angebrachten Steuerelektrode für Flächenzündung gezeigt. Der Thyristor 118 gleicht sehr der oben beschriebenen Halbleitervorrichtung 10, bei der gleiche Teile mit gleichen Bezugswerten versehen sind. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen den Vorrichtungen 10 und 118 besteht darin, dass der äussere Leiter 54 der Vorrichtung 10 weggelassen ist und dass die Verbindung des dv/dt-Schutzringes 52 mit der zweiten Katodenelektrode 30 stattdessen eine Metallisierungsschicht ist, die sowohl der Elektrode 30 als auch dem dv/dt-Schutzring 52 gemeinsam ist (d.h. mit diesen integral verbunden ist). Das ist in Fig. 3 als ein Streifen 120 gezeigt, der zwischen nach aussen gerichteten Verlängerungen 50a einer Isoliereinrichtung 50 gebildet ist. Die Isoliereinrichtung 50 ist in Fig. 3 schraffiert dargestellt. Fig. 3 zeigt, dass die Isoliereinrichtung 50 für eine räumliche Trennung zwischen dem dv/dt-Schutzring 52 und den Metallisierungsschichten 90, 26 und 30 sorgt. Für den Fachmann ist ohne weiteres zu erkennen, dass aufgrund der Ähnlichkeit zwischen den Vorrichtungen 10 und 118 die dv/dt-Nennwerte der Vorrichtungen im wesentlichen gleich sind.

Noch eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 4 in Form einer Draufsicht auf einen Thyristor 122 mit am Rand angebrachter Steuerelektrode für Flächenzündung gezeigt. Der Thyristor 122 gleicht sehr der oben beschriebenen Vorrichtung 60. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen den Vorrichtungen 60 und 122 besteht darin, dass der äussere Leiter 104 der Vorrichtung 60 weggelassen ist und dass die Verbindung des dv/dt-Schutzringes 100 mit der zweiten Katodenelektrode 77 stattdessen eine Metallisierungsschicht ist, die sowohl der Elektrode 77 als auch dem dv/dt-Schutzring 100 gemeinsam ist (d.h. mit diesen integral verbunden ist). Das ist in Fig. 4 als ein Streifen 124 dargestellt, der zwischen nach aussen gerichteten Verlängerungen 102a der Isoliereinrichtung 102 gebildet ist. Die Isoliereinrichtung 102 ist in Fig. 6 schraffiert dargestellt. Fig. 4 zeigt, dass die Isoliereinrichtung 102 für eine räumliche Trennung zwischen dem dv/dt-Schutzring 100 und den Metallisierungsschichten 98, 78 und 77 sorgt. Für den Fachmann ist ohne weiteres zu erkennen, dass aufgrund der Ähnlichkeit zwischen den Vorrichtungen 60 und 122 die dv/dt-Nennwerte der Vorrichtungen im wesentlichen gleich sind.

Die beschriebenen Ausführungen ergeben eine Hochspannungsvorrichtung mit verbesserter, kritischer Spannungsteilheit. Der Nebenschlussweg verringert die dv/dt-Ströme, die sich als Steuerstrom äussern, und verbessert dadurch den dv/dt-Nennwert der Hochspannungshalbleitervorrichtung.



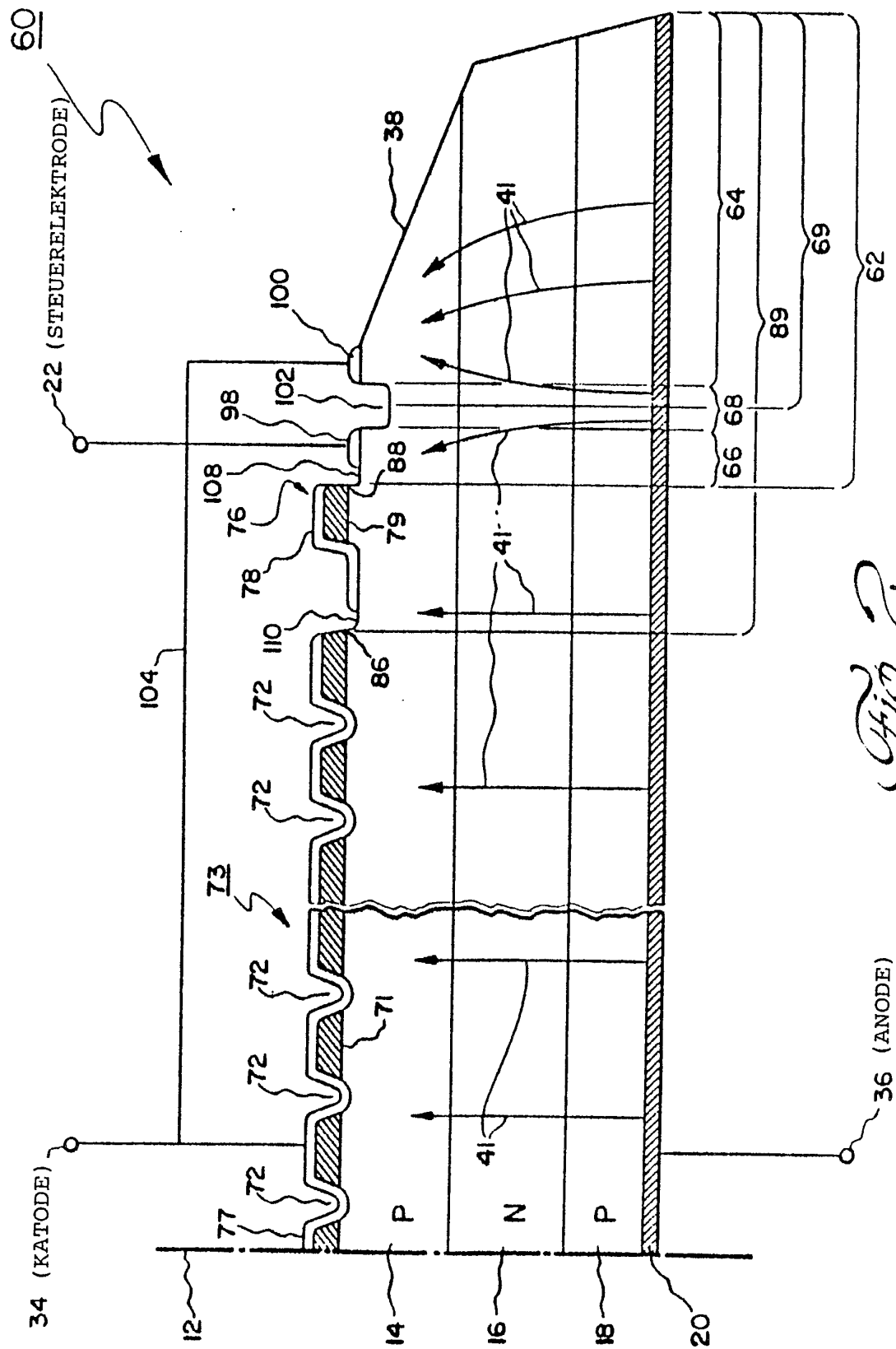


Fig. 2

