



(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2006 057 042 B4 2008.07.24

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 057 042.1**  
 (22) Anmeldetag: **04.12.2006**  
 (43) Offenlegungstag: **05.06.2008**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.07.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H03K 17/00 (2006.01)**  
**G05B 9/02 (2006.01)**  
**B60R 21/01 (2006.01)**

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**Infineon Technologies AG, 81669 München, DE**

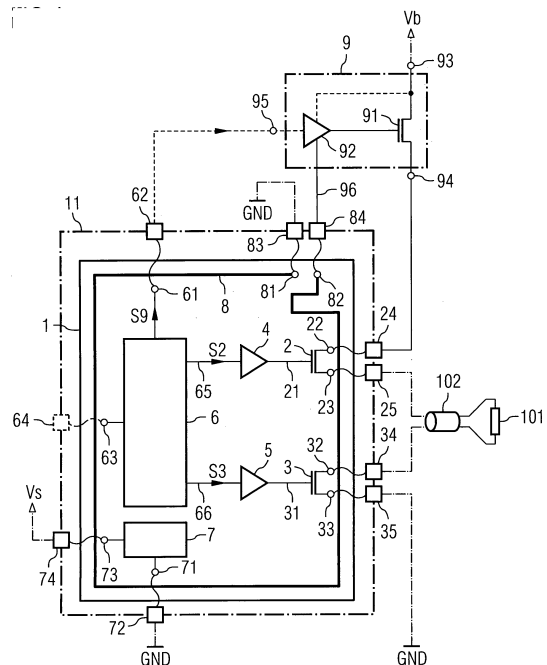
(74) Vertreter:  
**Westphal, Mussnug & Partner, 80331 München**

(72) Erfinder:  
**Graovac, Dusan, Dr., 81829 München, DE; Dittfeld, Timo, 81541 München, DE; Auer, Frank, 85244 Röhmoos, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE-D1 196 17 250 C1**  
**DE10 2004 028695 B3**  
**DE 102 55 115 B3**

(54) Bezeichnung: **Sicherheitsgerichtete Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last**

(57) Hauptanspruch: Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last, die aufweist:  
 einen Halbleiterkörper (1) mit wenigstens einem in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalter (2, 3) und mit einem Bruchsensor (8),  
 eine außerhalb des Halbleiterkörpers (1) angeordnete Schutzanordnung (9) mit einem weiteren Halbleiterschalter (91) und einer Treiberschaltung (92) für den weiteren Halbleiterschalter (91), die einen ersten Ansteuerungseingang (96) aufweist, an den der Bruchsensor (8) angeschlossen ist, und die den weiteren Halbleiterschalter (91) abhängig von einem Betriebszustand des Bruchsenors sperrend ansteuert, wobei der Bruchsensor eine elektrisch leitende Leitung (8) aufweist, die wenigstens über einen Teil ihrer Länge mechanisch an eine Oberfläche des Halbleiterkörpers (1) gekoppelt ist,  
 wobei der wenigstens eine in dem Halbleiterkörper (1) integrierte Halbleiterschalter (2, 3) und der weitere Halbleiterschalter jeweils Laststrecken aufweisen, die in Reihe zueinander und in Reihe zu der Last schaltbar sind.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last, insbesondere zur Ansteuerung eines Zündelements für ein Insassenschutzsystem eines Kraftfahrzeugs.

**[0002]** Insassenschutzsysteme eines Kraftfahrzeugs sind beispielsweise Airbags oder Gurtstraffer. Derartige Schutzsysteme werden ausgelöst durch eine Zündelement, beispielsweise eine pyrotechnische Zündpille, das weitere Vorgänge zur Öffnung eines Airbags oder zum Spannen eines Sicherheitsgurtes einleitet. Eine solche Zündpille wird üblicherweise dadurch aktiviert, dass sie für eine vorgegebene Aktivierungsdauer durch eine Ansteuerschaltung mit einem vorgegebenen Aktivierungsstrom/Zündstrom beaufschlagt wird.

**[0003]** Die DE 102 55 115 B3 beschreibt eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung eines Zündelements eines Insassenschutzsystems. Bei dieser Schaltungsanordnung sind zwei Halbleiterschalter, zu denen das Zündelement in Reihe geschaltet ist, in einem gemeinsamen Halbleiterkörper bzw. Halbleiterchip integriert. Über der Reihenschaltung der beiden Halbleiterschalter und des Zündelements liegt während des Betriebs eine Versorgungsspannung an, die bei leitender Ansteuerung der beiden Halbleiterschalter den Zündstrom durch das Zündelement bewirkt.

**[0004]** Die DE 10 2004 028 695 B3 beschreibt ein Halbleiterbauelement mit einem Halbleiterkörper, der einen Randbereich und wenigstens einen im Randbereich angeordneten elektrischen Bruchsensor aufweist, der an eine Auswerteschaltung angeschlossen ist. Der Bruchsensor ist ein kapazitives Bauelement oder ein Bauelement mit einem pn-Übergang. Bei Rissbildung dringt Feuchtigkeit in den Halbleiterkörper ein und führt zu einer Änderung der elektrischen Eigenschaften des Bruchsenors.

**[0005]** Die DE 196 17 200 C1 beschreibt eine Ansteuerschaltung zur Ansteuerung einer Zündpille eines Insassenschutzsystems, bei der ein Feuchtigkeitssensor vorhanden ist und bei der eine Auslösung der Zündpille verhindert wird, wenn Feuchtigkeit durch den Feuchtigkeitssensor detektiert wird.

**[0006]** Die Integration der beiden Halbleiterschalter auf einem Halbleiterchip kann dazu führen dazu, dass es bei einem schwerwiegenden Fehler auf dem Chip, zu einer unkontrollierten Aktivierung des Insassenschutzsystems kommt. Ein solcher schwerwiegender Fehler kann ein Brechen des Chips, beispielsweise ausgelöst durch thermische oder mechanische Spannungen, sein.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es,

eine Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last zur Verfügung zu stellen, die einen Halbleiterkörper mit wenigstens einem in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalter aufweist, und bei der bei einem Bruch des Halbleiterkörpers eine Ansteuerung der Last sicher verhindert wird.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 gelöst. Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Diese Schaltungsanordnung umfasst einen Halbleiterkörper mit wenigstens einem in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalter und mit einem Bruchsensor, eine außerhalb des Halbleiterkörpers angeordnete Schutzanordnung mit einem weiteren Halbleiterschalter und mit einer Treiberschaltung für den weiteren Halbleiterschalter, wobei die Treiberschaltung einen ersten Ansteuerungseingang aufweist, an den der Bruchsensor angeschlossen ist, und den weiteren Halbleiterschalter abhängig von einem Betriebszustand des Bruchsenors sperrend ansteuert. Der wenigstens eine in dem Halbleiterkörper integrierte Halbleiterschalter und der weitere Halbleiterschalter weisen jeweils Laststrecken auf, die in Reihe zueinander und in Reihe zu der Last schaltbar sind.

**[0010]** Der Bruchsensor ist als elektrisch leitende Leitung realisiert, die wenigstens über einen Teil ihrer Länge mechanisch an eine Oberfläche des Halbleiterkörpers gekoppelt ist.

**[0011]** Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand von Figuren näher erläutert. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass die Figuren lediglich zur Veranschaulichung dienen und dass in den Figuren dargestellte Bauelement- und Schaltungsstrukturen nicht notwendigerweise maßstabsgetreu dargestellt und nicht notwendigerweise skalierbar sind.

**[0012]** [Fig. 1](#) zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last, die einen Halbleiterkörper mit wenigstens einem in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalter und mit einem Bruchsensor und eine an den Bruchsensor angeschlossene externe Schutzschaltung mit einem weiteren Halbleiterschalter aufweist.

**[0013]** [Fig. 2](#) zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Schutzschaltung mit einem als p-leitenden MOSFET ausgebildeten Halbleiterschalter.

**[0014]** [Fig. 3](#) zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der Schutzschaltung mit einem als p-leitenden MOSFET ausgebildeten Halbleiterschalter.

**[0015]** [Fig. 4](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel

der Schutzschaltung mit einem als p-leitenden MOS-FET ausgebildeten Halbleiterschalter.

[0016] [Fig. 5](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel der Schutzschaltung mit einem als n-leitenden MOSFET ausgebildeten Halbleiterschalter.

[0017] [Fig. 6](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, bei der eine Ansteuerung des wenigstens einen in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalters abhängig von einem Betriebszustand des Bruchsenors erfolgt.

[0018] [Fig. 7](#) zeigt ein Realisierungsbeispiel einer Treiberschaltung zur Ansteuerung des in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalters.

[0019] [Fig. 8](#) zeigt ein weiteres Realisierungsbeispiel einer Treiberschaltung zur Ansteuerung des in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalters.

[0020] In den Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Bauelemente mit gleicher Bedeutung.

[0021] [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last **101**, die beispielsweise ein Zündelement eines Insassenschutzsystems, insbesondere eines Airbags oder eines Gurtstraffers, sein kann. Diese Schaltungsanordnung weist einen Halbleiterkörper **1** auf, der in [Fig. 1](#) schematisch als rechteckiger Block dargestellt ist und in dem wenigstens ein Halbleiterschalter integriert ist. Bei dem in [Fig. 1](#) dargestellten Ausführungsbeispiel sind ein erster und ein zweiter Halbleiterschalter **2, 3** in dem Halbleiterkörper **1** integriert, die in Form ihrer elektrischen Schaltsymbole dargestellt sind. Diese Halbleiterschalter **2, 3** weisen jeweils einen Steueranschluss **21, 31** und Laststrecken zwischen ersten **22, 32** und zweiten Laststrecken anschlüssen **23, 33** auf. Diese Halbleiterschalter **2, 3** sind beispielsweise als MOS-Transistoren, d. h. als MOSFETs oder IGBTs, realisiert, die jeweils einen Gateanschluss als Steueranschluss **21** sowie Drain- und Sourceanschlüsse als Laststreckenanschlüsse aufweisen.

[0022] Der Halbleiterchip **1** ist von einem Gehäuse **11** umgeben, das in [Fig. 5](#) gestrichelt dargestellt ist und das Anschlussklemmen bzw. Anschlusspins zur Kontaktierung einzelner in dem Halbleiterchip **1** integrierter Bauelemente aufweist. Einzelnen Lastanschlüssen **22, 23, 32, 33** der integrierten Halbleiterschalter **2, 3** ist hierbei jeweils ein Anschlusspin **24, 25, 34, 35** zugeordnet, wobei die Lastanschlüsse **22, 23, 24, 25** beispielsweise mittels einer Bonddrahtverbindung an den jeweils zugeordneten Anschlusspin angeschlossen sind. Über diese Anschlusspins **22, 23, 24, 25** kann die Last, die außer dem Zündelement

**101** beispielsweise eine Zuführleitung **102** zu dem Zündelement **101** umfasst, in Reihe zu den Laststrecken der integrierten Halbleiterschalter **2, 3** geschaltet werden. Bezugnehmend auf [Fig. 1](#) wird die Last hierzu beispielsweise zwischen den zweiten Laststreckenanschluss **23** des ersten Halbleiterschalters **2** und den ersten Laststreckenanschluss **32** des zweiten Halbleiterschalters **3** geschaltet.

[0023] Die Ansteuerung der ersten und zweiten integrierten Halbleiterschalter **2, 3** erfolgt abhängig von Ansteuersignalen S2, S3, die durch eine in dem Halbleiterkörper **1** integrierte Steuerschaltung **6** erzeugt werden. Diese Steuerschaltung **6** ist beispielsweise über einen Eingangsanschluss **63** und einen zugehörigen Eingangspin **64** in nicht näher dargestellter Weise an Sensoren, beispielsweise Beschleunigungssensoren, angeschlossen, die Sensorsignale bereitstellen, nach deren Maßgabe das Zündelement **101** ausgelöst werden soll. Zwischen die Steuerschaltung **6** und die Ansteuereingänge **21, 31** der Halbleiterschalter **2, 3** sind Treiberschaltungen **4, 5** geschaltet. Diese Treiberschaltungen sind dazu ausgebildet, die Ansteuersignale S2, S3, die beispielsweise Logiksignale sind, auf zu Ansteuerung der Halbleiterschalter **2, 3** geeignete Signale umzusetzen. Die Treiberschaltungen **4, 5** sind hierbei auf den Typ des jeweils verwendeten Halbleiterschalters abgestimmt. Diese Halbleiterschalter **2, 3** können jeweils gleichartige Halbleiterschalter, beispielsweise jeweils n-Kanal-MOSFETs oder IGBTs, oder komplementäre Halbleiterschalter, d. h. beispielsweise der erste Halbleiterschalter ein p-Kanal-MOSFET und der zweite Halbleiterschalter ein n-Kanal-MOSFET, sein.

[0024] Eine Spannungsversorgung der in dem Halbleiterkörper **1** integrierten Schaltungskomponenten wird beispielsweise durch eine Spannungsversorgungsschaltung **7** gewährleistet, die in [Fig. 1](#) lediglich als Schaltungsblock dargestellt ist und die in nicht näher dargestellter Weise an die einzelnen Schaltungskomponenten angeschlossen ist. Diese Spannungsversorgung **7** ist über Versorgungseingänge **71, 73** an Spannungsversorgungseins **72, 74** angeschlossen, an die eine Versorgungsspannung angelegt werden kann. Einer **74** dieser Spannungsversorgungspins wird hierzu beispielsweise an eine Klemme für ein positives Versorgungspotential Vs angeschlossen, während ein zweiter **72** dieser Spannungsversorgungspins während des Betriebs der Schaltungsanordnung an eine Klemme für ein negatives Versorgungspotential bzw. Bezugspotential GND angeschlossen wird.

[0025] Der Halbleiterkörper **1** weist einen Bruchsensor **8** auf, der in dem dargestellten Beispiel als elektrische Leitung realisiert ist, die wenigstens über einen Teil ihrer Länge mechanisch mit einer Oberfläche des Halbleiterkörpers **1** gekoppelt ist. Diese Leitung,

die nachfolgend als Sensorleitung bezeichnet wird, besteht beispielsweise aus einem Metall oder einem dotierten polykristallinen Halbleitermaterial, wie beispielsweise Polysilizium. Diese Sensorleitung ist beispielsweise elektrisch isoliert gegenüber aktiven Bauelementbereichen des Halbleiterkörpers **1**, d. h. gegenüber solchen Bauelementbereichen, in denen dotierte Halbleiterzonen zur Realisierung der in dem Halbleiterkörper **1** integrierten Bauelemente angeordnet sind. Die Sensorleitung **8** kann insbesondere Teil einer Verdrahtungsstruktur sein, die oberhalb einer Oberfläche des Halbleiterkörpers **1** angeordnet ist. Eine solche Verdrahtungsstruktur umfasst (nicht näher dargestellt) beispielsweise mehrere sogenannte Verdrahtungs- bzw. Metallisierungsebenen mit Leiterbahnen, wobei zwischen den einzelnen Metallisierungsebenen Isolationsschichten angeordnet sind. Leiterbahnen unterschiedlicher Ebenen können hierbei über vertikale Querverbindungen, sogenannte Vias, miteinander verbunden sein und dienen zur Verdrahtung der in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterbauelemente. Die Sensorleitung **8** kann hierbei als Leiterbahn einer Metallisierungsebene realisiert sein, kann jedoch auch mehrere miteinander verbundene Leiterbahnabschnitte in unterschiedlichen Metallisierungsebenen umfassen.

**[0026]** Die mechanische Kopplung der Sensorleitung **8** mit der Oberfläche des Halbleiterkörpers **1** bewirkt, dass bei einem Bruch des Halbleiterkörpers **1**, durch den ein Riss in der Oberfläche des Halbleiterkörpers **1** entsteht, auch die Sensorleitung **8** bricht, was in noch zu erläuternder Weise ausgewertet wird. Bei einer Anordnung der Sensorleitung **8** in einer Verdrahtungsstruktur oberhalb der Oberfläche des Halbleiterkörpers **1** liegt eine ausreichende mechanische Kopplung der Sensorleitung mit der Oberfläche vor, so dass davon ausgegangen werden kann, dass bei einem Bruch des Halbleiterkörpers **1** auch der Schichtaufbau der Verdrahtungsstruktur – und damit die Sensorleitung **8** – bricht. Bei einem Bruch des Halbleiterkörpers beginnt ein Riss üblicherweise im Randbereich des Halbleiterkörpers und pflanzt sich von dort weiter in das Innere des Halbleiterkörpers fort. Um einen solchen Riss frühzeitig detektieren zu können und um den Halbleiterkörper **1** möglichst vollständig überwachen zu können kann die Sensorleitung **8** im Randbereich bzw. oberhalb des Randbereichs des Halbleiterkörpers **1** angeordnet und so realisiert sein, dass sie dem Rand des Halbleiterkörpers auf seiner gesamten Länge folgt, ohne jedoch kurzgeschlossen zu sein. Die Sensorleitung **8** ist an einem Ende über einen ersten Anschlusskontakt **81** und an einem dem ersten Ende abgewandten zweiten Ende über einen zweiten Anschlusskontakt **82** kontaktierbar.

**[0027]** Die in [Fig. 1](#) dargestellte Schaltungsanordnung weist außerdem eine externe, d. h. außerhalb des Halbleiterkörpers **1** angeordnete, Schutzschal-

tung **9** mit einem weiteren Halbleiterschalter **91** und einer Treiberschaltung **92** für den weiteren Halbleiterschalter **91** auf. Diese Treiberschaltung **92** ist an die Sensorleitung **8** angeschlossen und dazu ausgebildet, den weiteren Halbleiterschalter **91** bei einem Bruch der Sensorleitung **8**, und damit abhängig von einem Betriebszustand der Sensorleitung **8**, sperrend anzusteuern.

**[0028]** Der weitere Halbleiterschalter **91** ist beispielsweise als MOS-Transistor realisiert und weist einen an die Treiberschaltung **92** angeschlossenen Steueranschluss sowie eine zwischen einem ersten und einem zweiten Lastanschluss **93**, **94** verlaufende Laststrecke auf. Die Laststrecke dieses weiteren Halbleiterschalters **91** ist in Reihe zu den Laststrecken der in dem Halbleiterkörper **1** integrierten Halbleiterschalter **2**, **3** und in Reihe zu der Last **101** schaltbar. In dem dargestellten Beispiel ist die Laststrecke **93–94** dieses weiteren Halbleiterschalters **91** unmittelbar in Reihe zu dem in dem Halbleiterkörper **1** integrierten ersten Halbleiterschalter **2** geschaltet.

**[0029]** Die Treiberschaltung **92** des weiteren Halbleiterschalters **91** weist einen ersten Ansteuerungseingang **96** auf, der über einen Anschlusspin **84** an die zweite Anschlussklemme **82** der Sensorleitung **8** angeschlossen ist. Der erste Anschluss **81** der Sensorleitung **8** ist hierbei über einen weiteren Anschlusspin **83** an ein externes Versorgungspotential, beispielsweise Bezugspotential GND, anschließbar.

**[0030]** Optional weist die Treiberschaltung **92** der Schutzschaltung **9** einen zweiten Ansteuerungseingang **95** auf, der über einen Steuerpin **62** an einen weiteren Ausgang **61** der Steuerschaltung **6** angeschlossen ist. Eine Ansteuerung des Halbleiterschalters **91** der Schutzschaltung erfolgt bei dieser Variante ebenfalls über die Steuerschaltung **6**, wodurch sichergestellt werden kann, dass eine leitende Ansteuerung des Halbleiterschalters **91** der Schutzschaltung nur zusammen mit einer leitenden Ansteuerung der in dem Halbleiterkörper **1** integrierten Halbleiterschalters **2**, **3** erfolgt.

**[0031]** Während eines Betriebs der Schaltungsanordnung sind die Laststrecken der in dem Halbleiterkörper **1** integrierten Halbleiterschalter **2**, **3** und des Halbleiterschalters **91** der Schutzschaltung **9** in Reihe zueinander und in Reihe zu dem Zündelement **101** geschaltet, wobei das Zündelement in dem dargestellten Beispiel zwischen die zwei integrierten Halbleiterschalter **2**, **3** geschaltet ist. Diese Reihenschaltung ist zwischen Versorgungspotentialklemmen geschaltet, wobei beispielsweise der dem Halbleiterkörper **1** abgewandte Lastanschluss **93** des Halbleiterschalters **91** der Schutzschaltung **9** an eine Klemme für ein positives Versorgungspotential  $V_b$  und der dem Zündelement **101** abgewandte zweite Lastanschluss **35** des in dem Halbleiterkörper

1 integrierten zweiten Halbleiterschaltlements 3 an eine Klemme für negatives Versorgungspotential bzw. Bezugspotential GND angeschlossen ist. Um das Zündelement 101 zu zünden steuert die Steuerschaltung 6 die beiden integrierten Halbleiterschalter 2, 3 und das Halbleiterschaltlement 91 der Schutzschaltung 9 für eine vorgegebene Zeitdauer leitend an, wodurch das Zündelement 101 über die Reihenschaltung der integrierten Halbleiterschalter 2, 3 und des externen Halbleiterschalters 91 mit einem Zündstrom versorgt wird und auslösen kann.

**[0032]** Ein Brechen des Halbleiterkörpers 1 stellt einen schwerwiegenden Fehler dar, bei dem ein ordnungsgemäßes Funktionieren der Schaltungsanordnung nicht mehr gewährleistet werden kann. Um ein fehlerhaftes Auslösen des Zündelements 101 bei einem solchen Bruch des Halbleiterkörpers 1 zu verhindern, sperrt die Treiberschaltung 92 das Halbleiterschaltlement 91 der Schutzschaltung 9 bei einem solchen Fehler und verhindert somit – selbst bei einer leitenden Ansteuerung der integrierten Halbleiterschalter 2, 3 – einen Zündstrom durch das Zündelement 101, und damit ein Auslösen dieses Zündelements 101. Ein Brechen des Halbleiterkörpers 1 wird bei dieser Schaltungsanordnung über die Sensorleitung 8 detektiert, die einen elektrisch leitenden Pfad zwischen den Anschlüssen 82, 83 aufweist, der bei einem Brechen des Halbleiterkörpers 1 unterbrochen wird.

**[0033]** Ein erstes Realisierungsbeispiel für die eine Unterbrechung der Sensorleitung 8 detektierende Treiberschaltung 92 ist in [Fig. 2](#) dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in [Fig. 2](#) auf eine vollständige Darstellung des Halbleiterkörpers 1 verzichtet. Von diesem Halbleiterkörper sind in [Fig. 2](#) lediglich der an den zweiten Ansteuereingang 95 der Treiberschaltung angeschlossene Ansteuerpin 62 sowie die Anschlusspins 83, 84 für die Sensorleitung 8 dargestellt. Eine an den zweiten Lastanschluss 94 des weiteren Halbleiterschaltlements 91 angeschlossene Last Z steht in [Fig. 2](#) für die Reihenschaltung mit den zwei in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschaltern (2, 3 in [Fig. 1](#)) und dem Zündelement (101 in [Fig. 1](#)).

**[0034]** Das Halbleiterschaltlement 91 der in [Fig. 2](#) dargestellten Schutzschaltung 9 ist als p-leitender MOSFET realisiert, dessen Sourceanschluss den während des Betriebs an die Klemme für das positive Versorgungspotential Vb angeschlossen ersten Lastanschluss bildet. Die Treiberschaltung 92 umfasst bei dieser Schutzschaltung ein erstes Widerstandselement R1, das zwischen den Gateanschluss und den Sourceanschluss des MOSFET 91 geschaltet ist sowie ein in dem Beispiel als npn-Bipolartransistor ausgebildetes Halbleiterschaltlement T1, das einen Steueranschluss (Basis-Anschluss) und eine Laststrecke (Kollektor-Emitter-Strecke) aufweist. Die

Laststrecke: dieses Bipolartransistors ist an den Gateanschluss des MOSFET 91 angeschlossen und in Reihe zu der Sensorleitung 8 geschaltet. Der dem Bipolartransistor T1 abgewandte erste Anschluss; 83 der Sensorleitung 8 ist während des Betriebs hierbei an ein Versorgungspotential angeschlossen, das niedriger ist als das Versorgungspotential Vb, an das der Sourceanschluss des MOSFET 91 angeschlossen ist. Dieses an dem ersten Anschluss 83 der Sensorleitung 8 anliegende Versorgungspotential ist beispielsweise das Bezugspotential GND. Der Basisanschluss des Bipolartransistors T1 ist über den Ansteuerpin 62 an die Steuerschaltung 6 (nicht dargestellt in [Fig. 2](#)) angeschlossen. Ein zwischen den Ansteuerpin 62 und den Basis-Anschluss geschaltetes weiteres Widerstandselement R2 ist optional vorhanden und dient als Vorwiderstand zum Schutz des Bipolartransistors vor zu hohen Basisströmen.

**[0035]** Die Funktionsweise der in [Fig. 2](#) dargestellten Schutzschaltung wird nachfolgend erläutert. Der MOSFET 91 leitet, und ermöglicht damit einen Stromfluss durch die nachgeschaltete Lastanordnung Z, wenn dessen Gateanschluss auf einem elektrischen Potential liegt, das wenigstens um den Wert der Einsatzspannung dieses MOSFET 91 niedriger ist als das elektrische Potential an dessen Sourceanschluss 93. Dies wird bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Schutzschaltung 9 erreicht, wenn eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Gateanschluss und dem Bezugspotential GND vorhanden ist. Dies ist gleichbedeutend damit, dass der Bipolartransistor T1 durch die Steuerschaltung 6 leitend angesteuert ist und dass gleichzeitig die Sensorleitung 8 intakt, d. h. nicht unterbrochen, ist. Ist eine dieser beiden Bedingungen nicht erfüllt, ist also die Sensorleitung 8 unterbrochen oder sperrt der Bipolartransistor T1, so wird das Gatepotential des MOSFET 91 über das erste Widerstandselement R1 auf den Wert des Sourcepotentials gezogen, wodurch der MOSFET 91 sperrt. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass der Widerstandswert des ersten Widerstandselements R1 größer, idealerweise wesentlich größer, ist als der ohmsche Widerstand der Reihenschaltung des Bipolartransistors T1 und der Sensorleitung 8 bei leitend angesteuertem Bipolartransistor T1 und intakter Sensorleitung 8.

**[0036]** Bricht bei der erläuterten Schaltungsanordnung der Halbleiterchip (1 in [Fig. 1](#)) und wird dadurch die Sensorleitung 8 unterbrochen, so sperrt der MOSFET 91 der Schutzschaltung 9 unabhängig davon, ob die Steuerschaltung ein geeignetes Ansteuerpotential zur leitenden Ansteuerung des Bipolartransistors T1 und damit zur leitenden Ansteuerung des MOSFET 91 bereitstellt. Bei einem Bruch des Halbleiterchips 1 wird dadurch sicher verhindert, dass ein Strom durch die dem Halbleiterschaltlement 91 der Schutzschaltung 9 nachgeschalteten Lastanordnung Z fließen kann, wodurch ein Auslösen

des Zündelements (**101** in [Fig. 1](#)) sicher verhindert wird.

**[0037]** Die zuvor erläuterte Ansteuerung des Halbleiterschaltlements **91** der Schutzschaltung **9** über den Ansteuerpin **62** der Steuerschaltung dient zur Reduktion der Stromaufnahme der Schaltungsanordnung und ermöglicht es, das Halbleiterschaltlement **91** über die Steuerschaltung **6** nur dann leitend anzusteuern, wenn das Zündelement **101** auslösen soll, wenn durch die Steuerschaltung **6** also auch die beiden integrierten Halbleiterschaltlemente **2, 3** leitend angesteuert werden sollen. Im Hinblick auf die gewünschte Schutzfunktion der Schutzschaltung **9**, die bei einer Unterbrechung der Sensorleitung **8** einen Stromfluss durch die nachgeschaltete Lastanordnung **Z** verhindern soll, kann auf die Ansteuerung durch die Steuerschaltung **6** und damit auf den Bipolartransistor **T1** verzichtet werden. In diesem Fall ist die Sensorleitung **8** über deren zweiten Anschluss unmittelbar an den Steueranschluss des Halbleiterschaltlements **91** angeschlossen. Diese Variante ist in [Fig. 3](#) dargestellt.

**[0038]** [Fig. 4](#) zeigt eine Abwandlung der in [Fig. 2](#) dargestellten Schutzschaltung. Bei dieser in [Fig. 4](#) dargestellten Schutzschaltung ist anstelle eines Bipolartransistors ein Thyristor **TH1** in Reihe zu der Sensorleitung **8** zwischen den Gateanschluss des MOSFET **91** und die Klemme für Bezugspotential **GND** geschaltet. Ein Anodenanschluss des Thyristors ist hier bei an den Gateanschluss des MOSFET **91** und ein Kathodenanschluss des Thyristors **TH1** ist an die Sensorleitung **8** angeschlossen. Ein Zündanschluss des Thyristors **TH1** ist über einen Vorwiderstand **R2** an den Ansteuerpin **62** der Steuerschaltung (**6** in [Fig. 1](#)) angeschlossen.

**[0039]** [Fig. 5](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Schutzschaltung **9**. Das Halbleiterschaltlement **91** ist bei diesem Ausführungsbeispiel als n-leitender MOSFET ausgebildet, dessen Drainanschluss den an das positive Versorgungspotential **Vb** angeschlossenen ersten Lastanschluss **93** und dessen Sourceanschluss den zweiten Lastanschluss **94** bildet. Dieser MOSFET **91** leitet, wenn an dessen Gateanschluss ein Ansteuerpotential anliegt, das wenigstens um den Wert der Einsatzspannung dieses Transistors **91** über dem Potential des Sourceanschlusses **94** liegt. Die Treiberschaltung **92** zur Ansteuerung dieses MOSFET weist zusätzlich zu den anhand von [Fig. 2](#) bereits erläuterten Bauelementen der Treiberschaltung **92** eine invertierende Schaltung auf, die zwischen den dem ersten Widerstandselement **R1** und dem Bipolartransistor **T1** gemeinsamen Anschluss **99** und den Gateanschluss des MOSFET **91** geschaltet ist. Diese invertierende Schaltung umfasst in dem Beispiel einen weiteren Bipolartransistor **T2**, der als pnp-Bipolartransistor realisiert ist und der zwischen den Drainanschluss und den Gateanschluss

des MOSFET **91** geschaltet ist, sowie ein weiteres Widerstandselement **R3**, das zwischen den Gateanschluss und den Sourceanschluss des MOSFET **91** geschaltet ist. Liegt der Eingang der invertierenden Schaltung, der durch den gemeinsamen Knoten des ersten Widerstandselements und des ersten Bipolartransistors **T1** gebildet ist, annähernd auf Bezugspotential, wenn der erste Bipolartransistor **T1** leitet und die Sensorleitung **8** intakt ist, wird der weitere Bipolartransistor **T2** leitend angesteuert, wodurch der MOSFET **91** leitet. Liegt der Eingang **99** der invertierenden Schaltung auf dem positiven Versorgungspotential **Vb**, wenn der Bipolartransistor **T1** sperrt und die Sensorleitung **8** unterbrochen ist, sperrt der weitere Bipolartransistor **T2**, wodurch das Gate-Potential des MOSFET über den weiteren Widerstand **R3** annähernd auf den Wert des Source-Potentials gezogen wird, so dass der MOSFET **91** sperrt.

**[0040]** Selbstverständlich kann auch bei der in [Fig. 5](#) dargestellten Schutzschaltung auf den Bipolartransistor **T1** verzichtet werden, wenn lediglich eine Schutzfunktion und nicht zusätzlich eine Ansteuerung des Halbleiterschalters **91** über die Steuerschaltung **6** gewünscht ist. In diesem Fall wird entsprechend des Ausführungsbeispiels in [Fig. 3](#) die Sensorleitung **8** unmittelbar an den Schaltungsknoten **99** angeschlossen.

**[0041]** [Fig. 6](#) zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung. Bei diesem Ausführungsbeispiel erfolgt die Ansteuerung der in dem Halbleiterchip **1** integrierten Halbleiterschalter **2, 3** ebenfalls abhängig von dem Betriebszustand der Sensorleitung **8**. Die Treiberschaltungen **4, 5** dieser integrierten Halbleiterschalter **2, 3** sind hierzu an die Sensorleitung **8** angeschlossen und dazu ausgebildet, eine Unterbrechung der Sensorleitung **8** zu detektieren und bei einer Unterbrechung der Sensorleitung die Halbleiterschalter **2, 3** sperrend anzusteuern.

**[0042]** Ein mögliches Ausführungsbeispiel einer Treiberschaltung mit einer solchen Funktionalität wird nachfolgend anhand von [Fig. 7](#) für die Treiberschaltung **4** des ersten integrierten Halbleiterschalters **2** erläutert. Diese Treiberschaltung **4** weist einen Treiber **41** auf, dem das Ansteuersignal **S4**, nach dessen Maßgabe der Halbleiterschalter **2** leiten oder sperren soll, zugeführt ist und der abhängig von diesem Ansteuersignal **S4** ein geeignetes Ansteuersignal zur leitenden oder sperrenden Ansteuerung des Halbleiterschalters **2** bereitstellt. Dieser Treiber **41** kann ein herkömmlicher, zur Ansteuerung des Halbleiterschalters **2** geeigneter Treiber sein. Bei der in [Fig. 6](#) dargestellten schaltungskonfiguration ist der Treiber zur Ansteuerung des Halbleiterschalters **2** bei Verwendung von zwei n-Kanal-MOSFET oder zwei IGBT als Halbleiterschalter **2, 3** als sogenannter High-Side-Treiber auszuführen, der zur leitenden Ansteuerung

zung des Halbleiterschalters ein Ansteuerpotential zur Verfügung stellt, das höher ist als das positive Versorgungspotential  $V_b$  der Schaltungsanordnung. Für die Ansteuerung des zweiten integrierten Halbleiterschalters **3** genügt ein sogenannter Low-Side-Treiber, der zur leitenden Ansteuerung dieses Halbleiterschalters **3** ein Ansteuerpotential erzeugt, das lediglich um den Wert der Einsatzspannung des Halbleiterschalters **3** oberhalb des Bezugspotentials GND liegt.

**[0043]** Der Treiber **41** der Treiberschaltung **4** weist Spannungsversorgungsklemmen zum Anlegen einer Versorgungsspannung und einen zwischen einen der Versorgungsanschlüsse und eine Klemme für Versorgungspotential  $V_s$  geschalteten Schalter **42** auf, der abhängig vom Betriebszustand der Sensorleitung **8** leitend oder sperrend angesteuert ist. Der Schalter **42** ist in dem dargestellten Beispiel ein p-leitender MOS-Transistor, der zwischen eine Klemme für ein positives Versorgungspotential  $V_s$  und den zugehörigen Versorgungspotentialanschluss der Treiberschaltung **41** geschaltet ist. An den Gateanschluss des MOS-Transistors **42** ist die Laststrecke eines Bipolartransistors **43**, in dem Beispiel eines npn-Bipolartransistors, angeschlossen, die in Reihe zu der Sensorleitung **8** geschaltet ist. An einem Basisanschluss dieses Bipolartransistors **43** liegt eine Vorspannung  $V_{bias}$  an, die den Bipolartransistor **43** dauerhaft leitend ansteuert. Zwischen den Gateanschluss des MOS-Transistors **42** und die Klemme für das positive Versorgungspotential  $V_s$  ist ein Widerstandselement **44** geschaltet. Ist bei dieser Schaltungsanordnung die Sensorleitung **8** intakt, so liegt der Gateanschluss des MOS-Transistors **42** auf einem gegenüber dem positiven Versorgungspotential  $V_s$  niedrigeren Potential, wodurch der MOS-Transistor **42** leitet. Der Treiber **41** wird hierdurch mit einer Versorgungsspannung versorgt, um den Halbleiterschalter **2** abhängig von dem Ansteuersignal  $S_4$  leitend oder sperrend anzusteuern. Ist die Sensorleitung **8** unterbrochen, so wird das Potential am Gateanschluss des MOS-Transistors **42** auf den Wert des positiven Versorgungspotentials  $V_s$  gezogen, wodurch der MOS-Transistor **42** sperrt und folglich eine Spannungsversorgung des Treibers **41** unterbricht. Der Treiber **41** ist hierbei so ausgebildet, dass er bei nicht vorhandener Spannungsversorgung den zugeordneten Halbleiterschalter **2** sperrend ansteuert. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass bei unterbrochener Sensorleitung **8**, d. h. bei einem Chipbruch, eine leitende Ansteuerung der in dem Halbleiterchip **1** integrierten Halbleiterschalter **2, 3** sicher verhindert wird.

**[0044]** Das anhand von [Fig. 7](#) erläuterte Konzept, die integrierten Halbleiterschalter **2, 3** durch Unterbrechung der Spannungsversorgung der zugehörigen Treiberschaltungen **4, 5** sperrend anzusteuern, lässt sich schaltungstechnisch einfacher realisieren,

indem der Versorgungsanschluss, der während des Betriebs an das negative Versorgungspotential bzw. Bezugspotential angeschlossen ist, über die Sensorleitung **8** an dieses Versorgungspotential angeschlossen wird, was in [Fig. 8](#) dargestellt ist. Eine Spannungsversorgung der Treiberschaltung **41** wird hierbei bei einer Unterbrechung der Sensorleitung **8** unmittelbar unterbrochen.

**[0045]** Das anhand der [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) erläuterte Konzept, die integrierten Halbleiterschalter **2, 3** durch Unterbrechung der Spannungsversorgung der zugehörigen Treiberschaltungen **4, 5** sperrend anzusteuern, lässt sich in nicht näher dargestellter Weise auch auf die Ansteuerung des Halbleiterschalters **91** der Schutzschaltung **9** anwenden, indem hier eine Treiberschaltung vorgesehen wird, die abhängig von einem Betriebszustand der Sensorleitung **8** mit einer Spannung versorgt wird, und die im unversorgten Zustand den Halbleiterschalter sperrt.

**[0046]** Bei den zuvor erläuterten Schaltungsanordnungen sind aus Sicherheitsgründen in dem Halbleiterchip **2** zwei Halbleiterschalter **2, 3** integriert, die bei Betrieb der Schaltungsanordnung in Reihe zu dem Zündelement **101** geschaltet sind und die zum Zünden des Zündelements beide leitend angesteuert sein müssen. In nicht näher dargestellter Weise besteht selbstverständlich auch die Möglichkeit, in dem Halbleiterchip **1** lediglich ein Halbleiterschaltelement zu integrieren, wobei das Zündelement **101** in diesem Fall entweder zwischen dieses Halbleiterschaltelement und Bezugspotential GND oder zwischen dieses Halbleiterschaltelement und die Schutzschaltung **9** zu schalten ist.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Ansteuerung einer Last, die aufweist:  
 einen Halbleiterkörper (**1**) mit wenigstens einem in dem Halbleiterkörper integrierten Halbleiterschalter (**2, 3**) und mit einem Bruchsensor (**8**),  
 eine außerhalb des Halbleiterkörpers (**1**) angeordnete Schutzanordnung (**9**) mit einem weiteren Halbleiterschalter (**91**) und einer Treiberschaltung (**92**) für den weiteren Halbleiterschalter (**91**), die einen ersten Ansteuereingang (**96**) aufweist, an den der Bruchsensor (**8**) angeschlossen ist, und die den weiteren Halbleiterschalter (**91**) abhängig von einem Betriebszustand des Bruchsensoren sperrend ansteuert, wobei der Bruchsensor eine elektrisch leitende Leitung (**8**) aufweist, die wenigstens über einen Teil ihrer Länge mechanisch an eine Oberfläche des Halbleiterkörpers (**1**) gekoppelt ist,  
 wobei der wenigstens eine in dem Halbleiterkörper (**1**) integrierte Halbleiterschalter (**2, 3**) und der weitere Halbleiterschalter jeweils Laststrecken aufweisen, die in Reihe zueinander und in Reihe zu der Last schaltbar sind.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, bei der die Leitung (8) einen ersten und einen zweiten Anschluss (81, 82) aufweist, deren erster Anschluss an eine Klemme für ein erstes elektrisches Potential (GND) und deren zweiter Anschluss an die Ansteuerschaltung (92) angeschlossen ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, bei der die Leitung aus einem Metall oder aus einem dotierten polykristallinen Halbleitermaterial besteht.

4. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Ansteuerschaltung (92) dazu ausgebildet ist, den weiteren Halbleiterschalter (91) sperrend anzusteuern, wenn die Leitung (8) unterbrochen ist.

5. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Treiberschaltung (92) für den weiteren Halbleiterschalter (91) einen zweiten Ansteuereingang (95) aufweist, der an eine in dem Halbleiterkörper (1) integrierte Steuerschaltung (6) angeschlossen ist.

6. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, die wenigstens eine Treiberschaltung (4, 5) für den wenigstens einen in dem Halbleiterkörper (1) integrierten Halbleiterschalter (2, 3) aufweist, die an den Bruchsensor (8) angeschlossen ist und die den wenigstens einen Halbleiterschalter (2, 3) abhängig von einem Betriebszustand des Bruchensors (8) sperrend ansteuert.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der zwei Halbleiterschalter (2, 3) in dem Halbleiterkörper (1) integriert sind, die in Reihe zueinander und in Reihe zu der Last schaltbar sind.

8. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei der die Treiberschaltung (92) der Schutzschaltung (9) und/oder des wenigstens einen in dem Halbleiterchip integrierten Halbleiterschalters (2, 3) einen Treiber (41) mit Spannungsversorgungsklemmen aufweist, an denen abhängig von einem Betriebszustand der Sensorleitung (8) eine Versorgungsspannung anliegt.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

FIG 1

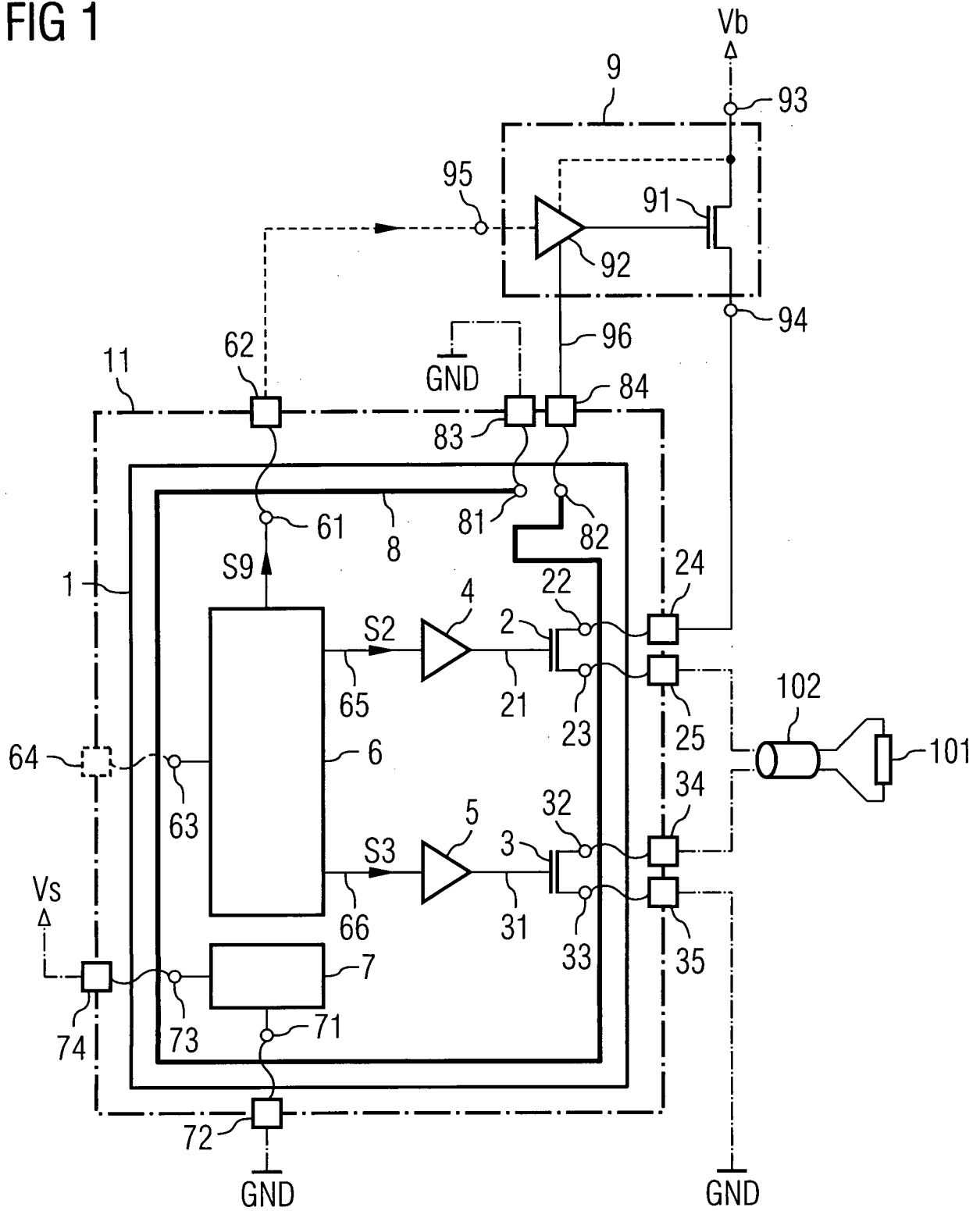


FIG 2

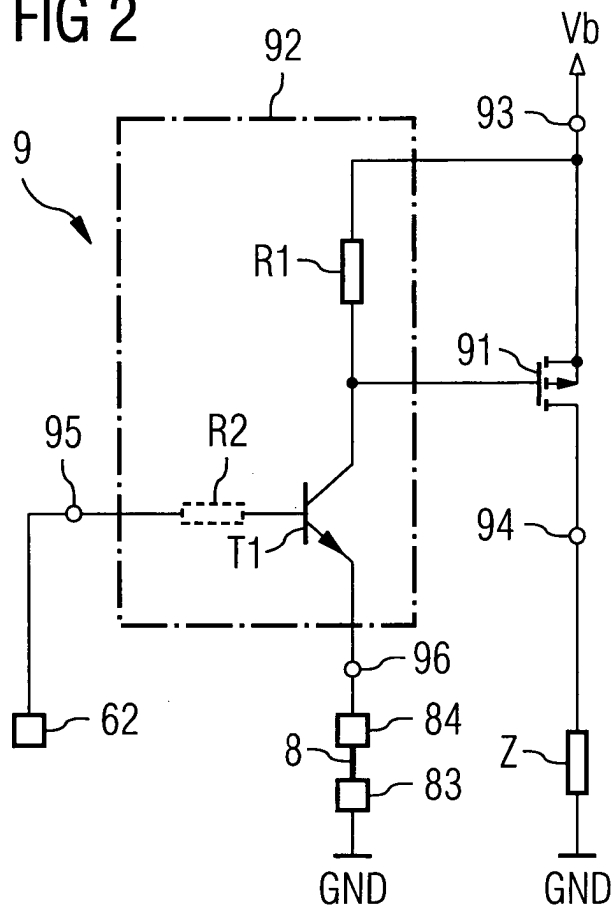


FIG 3

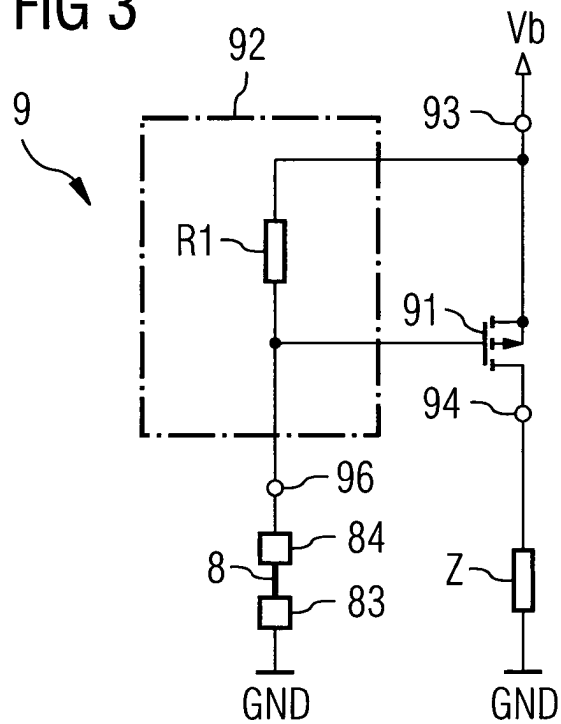


FIG 4

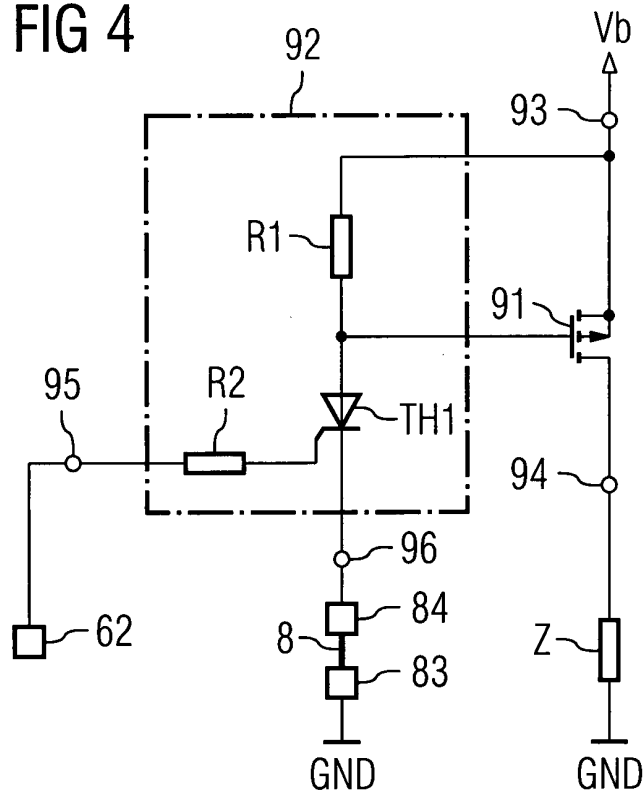


FIG 5

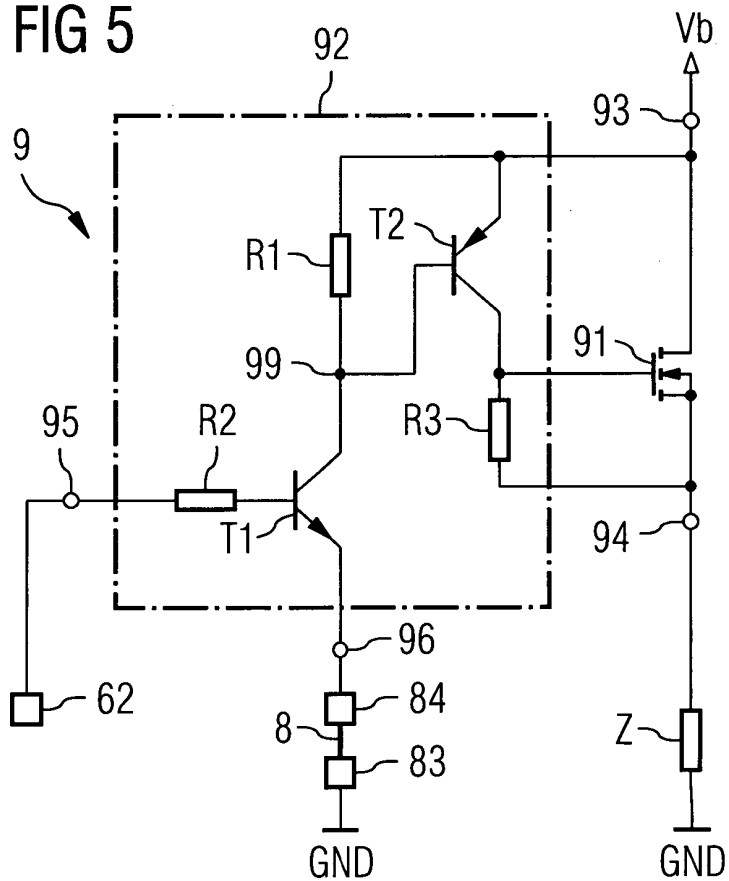


FIG 6

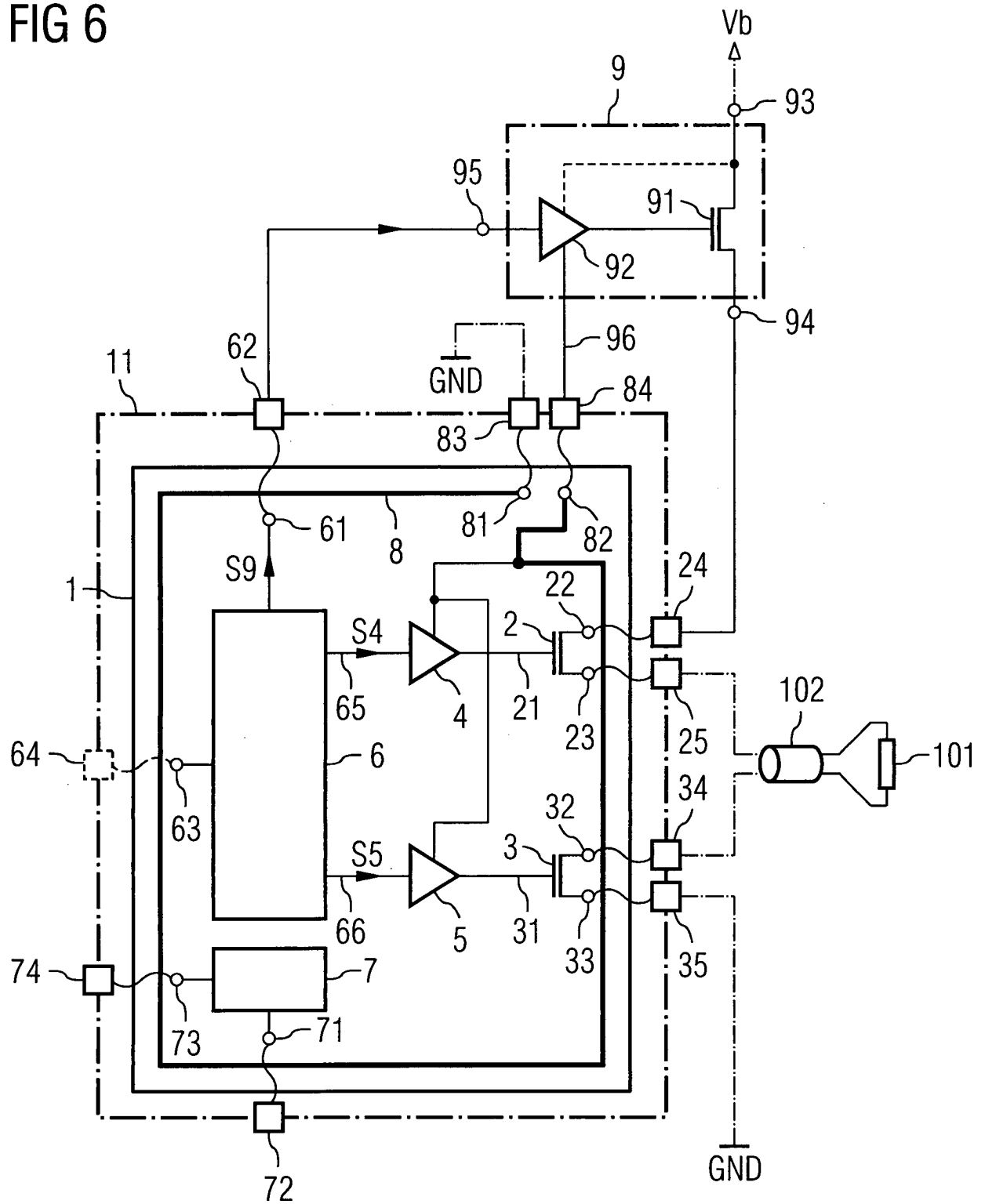


FIG 7

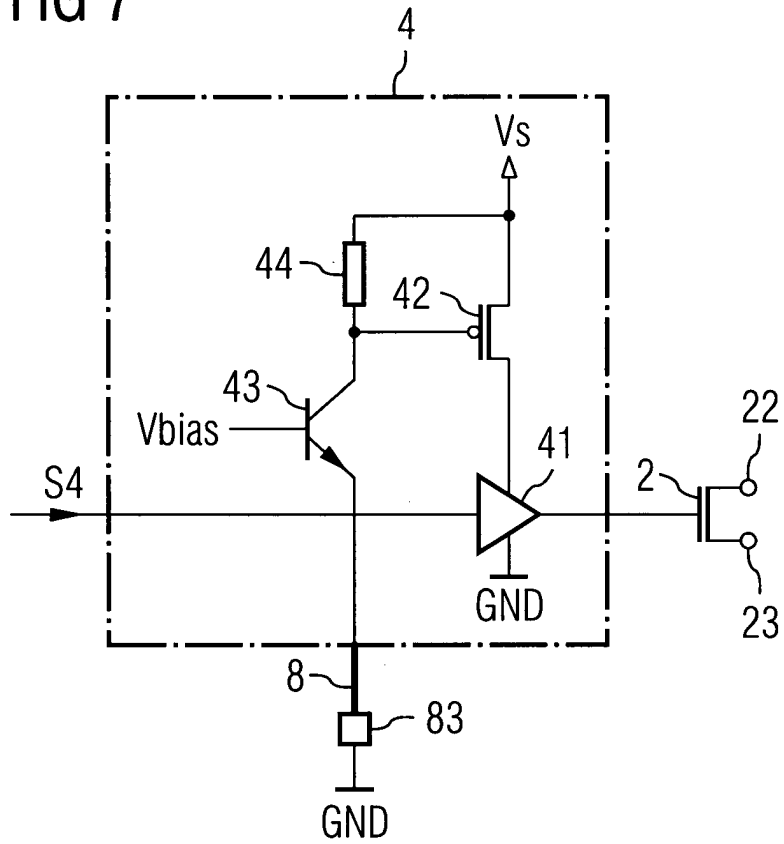


FIG 8

