



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 16 357 B4 2005.02.10**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 16 357.3**
 (22) Anmeldetag: **10.04.2003**
 (43) Offenlegungstag: **04.11.2004**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.02.2005**

(51) Int Cl.7: **H01L 23/62**
H01L 23/488, H01L 25/16

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(61) Zusatz zu:
102 49 712.5

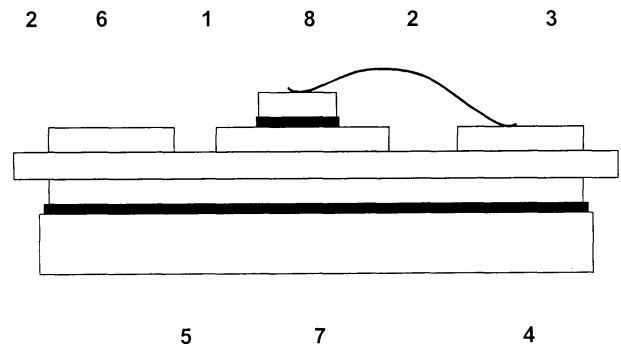
(71) Patentinhaber:
Semikron Elektronik GmbH, 90431 Nürnberg, DE

(72) Erfinder:
Lehmann, Jan, 98693 Ilmenau, DE; Netzel, Mario, Dr., 98693 Ilmenau, DE; Herzer, Reinhard, Dr., 98693 Ilmenau, DE; Pawel, Sascha, 99867 Gotha, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
NICHTS ERMITTELT

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Überwachung von Leistungshalbleiterbauelementen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt Verfahren zur Überwachung einer Schaltungsanordnung, bestehend aus mindestens einem Leistungshalbleiterbauelement (1, 27), wobei jede elektrisch getrennte Kontaktfläche und/oder jede elektrisch getrennte Gruppe von Kontaktflächen über mindestens ein aktives oder passives Bauelement (17, 30) mit dem Sternpunkt (18, 31) mindestens einer Sternschaltung verbunden ist und alle elektrisch getrennten Kontaktflächen und/oder alle elektrisch getrennten Gruppen von Kontaktflächen mit mindestens einer Kontaktfläche (16, 19) außerhalb des Leistungshalbleiterbauelements verbunden sind, wobei die Potentialdifferenz zwischen dem oder den Sternpunkten (18, 31) und der weiteren Kontaktfläche (16, 19) außerhalb des Leistungshalbleiterbauelements mittels einer Überwachungsschaltung aus Komparatoren überwacht wird und das gewonnene Signal zur Detektion des Ausfalls einer oder einer Mehrzahl elektrisch leitender Verbindungen zu einem Leistungshalbleiterbauelement verwendet wird, wobei die Schaltungsanordnung zur Überwachung der Emittterverbindung (14) nur nach dem Einschalten des zugeordneten Leistungshalbleiterbauelements aktiv ist und/oder die Schaltungsanordnung zur Überwachung der Sendeverbindung (20) nur nach dem Ausschalten des zugeordneten Leistungshalbleiterbauelements nicht aktiv ist.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung des Kontakts von Drahtbond- oder anderer elektrisch leitender Verbindungen mit Leistungshalbleiterbauelementen, insbesondere bei IGBT- und MOSFET-Leistungshalbleiterschaltern, gemäß der DE 102 49 712 B3.

[0002] Nach dem Stand der Technik sind beispielhaft Drahtbondverbindungen, Lotverbindungen, auch Lotbälle (solder balls) als elektrisch leitende Verbindungen zwischen Substraten und Leistungshalbleiterbauelemente bekannt. Sie gewährleisten die elektrische Verbindung zwischen einem Leistungshalbleiterbauelement und einem Substrat, z.B. einer nach dem direct-copper-bonding hergestellten meist beidseitig kupferkaschierten Keramik (kurz: DCB-Substrat), innerhalb eines Leistungshalbleiter-Moduls, bzw. den Anschluss-Pins (kurz: leadframe) eines diskreten Gehäuses.

[0003] In den **Fig. 1** und **2** wird der Stand der Technik beispielhaft anhand eines Leistungshalbleitermoduls dargestellt. In **Fig. 1** sind der prinzipielle Aufbau eines Leistungshalbleitermoduls im Querschnitt sowie gängige Verbindungstechniken gezeigt. Dargestellt ist ein Leistungshalbleiterbauelement (1), die diesem zugewandte und in sich strukturierte erste Kupferfläche (2) des DCB-Substrats, die elektrisch isolierende Keramik (3), die einer Grundplatte oder einem Kühlkörper zugewandte zweite Kupferfläche (4) des DCB-Substrats, die Bodenplatte bzw. der Kühlkörper (5), die Lotverbindung (6) zwischen Leistungshalbleiterbauelement (1) und erster Kupferfläche (2), die Zwischenschicht (7) zwischen zweiter Kupferfläche (4) und Grundplatte oder Kühlkörper (5) und eine Drahtbondverbindung (8) zwischen dem Leistungshalbleiterbauelement und der Kupferfläche (2) des DCB-Substrats. Hierbei ist die Zwischenschicht (7) entweder eine stoffschlüssige Lotverbindung oder eine stoffbündige, wärmeleitende, Schicht. Der Rückseitenkontakt des Leistungshalbleiterbauelements (auf der dem Substrat zugewandten Seite), beispielhaft der Kollektor im Falle eines IGBT als Leistungshalbleiterbauelement (1), mit der ersten Kupferfläche (2), kann mittels einer Lötung (6) realisiert werden. Die vorderseitigen Anschlüsse des Leistungshalbleiterbauelements, beispielhaft das Gate und der Emitter eines IGBT, werden vorzugsweise mittels Drahtbondverbindungen (8) mit jeweils einem oder mehreren zum Teil voneinander isolierten Anschlussgebieten der ersten Kupferfläche (2) des DCB-Substrats verbunden. Der mit Hilfe des Leistungshalbleiterbauelements zu schaltende Strom durchfließt sowohl die großflächige Lotverbindung (6) an der Rückseite des Leistungshalbleiterbauelements, als auch die Drahtbondverbindungen des

Emitters (8) an der Vorderseite des Leistungshalbleiterbauelements. Eine auch nur teilweise Zerstörung einer der beiden Verbindungstechniken führt zwangsläufig zum Verlust der Stromtragfähigkeit und folglich zu dessen Ausfall. Der Ausfall ist hierbei häufig nicht durch elektrische Vorgänge verursacht, sondern durch weitere Vorgänge wie beispielhaft mechanische Beanspruchung oder Veränderungen der Werkstoffeigenschaften in Folge thermischer Wechselbelastungen.

[0004] **Fig. 2** zeigt beispielhaft eine mögliche Strukturierung eines DCB-Substrats (9) nach dem Stand der Technik mit den erforderlichen Drahtbondverbindungen und zwei parallel geschalteten Leistungshalbleiterbauelementen (1) auf einer gemeinsamen Leiterfläche. Die Anschlüsse der Leistungshalbleiterbauelemente auf der dem Substrat abgewandten Seite erfolgt über Kontaktflächen auf dessen Oberfläche. Diese werden auch als Bondpads bezeichnet, die unterschiedliche Funktionen besitzen. Zum einen führen sie den Hauptstrom und stellen den Bezugsknoten für die Ansteuerschaltung dar. Im Falle eines IGBT werden diese als Emitterbondpad (10) bezeichnet. Zum anderen dienen sie der Steuerung des Leistungshalbleiterbauelements, beispielhaft im Falle eines IGBT als Gatepad (11) bezeichnet. Die Verbindungen zu den isolierten Kupferflächen (18) des DCB-Substrats werden mittels Drahtbondverbindungen (12, 13, 14) realisiert. Die Bonddrähte besitzen dabei ebenfalls unterschiedliche Funktionen. Die zum Führen des Hauptstromes notwendigen Bonddrähte werden als Emitterbonddrähte (14) bezeichnet, die zur Ansteuerung notwendigen Bonddrähte als Gatebonddraht (12), die Verbindung zum Bezugsknoten als Hilfsemmitterbonddraht (13). Der Hilfsemmitterbonddraht (13) kann beispielhaft als Verlängerung eines Emitterbonddrahtes (14) ausgebildet sein, wobei der Hilfsemmitterbonddraht (13) gegenüber einem Emitterbonddraht (14) die Besonderheit besitzt, nicht vom Hauptstrom durchflossen zu werden. Damit werden Gegenkoppeleffekte im Ansteuerstromkreis infolge des Stromflusses im Hauptstromkreis minimiert. Bei Parallelschaltung mehrerer IGBTs ist es auch üblich das Hilfsemmitterpotential an der Emittersammelschiene (16) abzugreifen und auf den Hilfsemmitterbonddraht zu verzichten.

[0005] Die Gatebonddrähte (12) verbinden die Gatebondpads (11) mit den Gatevorwiderständen (17), die auf der Gatesammelschiene (18) angeordnet sind. Nach dem Stand der Technik können die Gatewiderstände (17) auch in das Leistungshalbleiterbauelement integriert werden, dann werden die Gatebondpads (11) direkt mit der Gatesammelschiene (18) verbunden.

[0006] Das Ablösen eines Emitterbonddrahtes (14) bewirkt eine Unterbrechung des Stromflusses über den abgelösten Bonddraht. Infolgedessen teilt sich

der Strom auf die übrigen Emitterbonddrähte auf. Das führt zu einer steigenden Belastung und erhöhten Ausfallwahrscheinlichkeit der bisher intakten Emitterbonddrähte (14). In Folge lösen sich weitere Emitterbonddrähte (14) ab, bis keinerlei Verbindung von der Emittersammelschiene (16) zu den Emitterbondpads (10) des Halbleiterbauelements mehr besteht.

[0007] In Leistungshalbleitermodulen höherer Leistung sind in der Regel mehrere Leistungshalbleiterbauelemente parallel geschaltet. Im Falle des Ausfalls aller Emitterbonddrähte eines Chips kommt es dann in der Regel zum sofortigen Ausfall des Moduls. Falls das Modul nicht sofort ausfällt erhöht sich die Belastung der noch intakten Leistungshalbleiterbauelemente, was wiederum deren Lebensdauer vermindert. In weiterer Folge lösen sich von weiteren Leistungshalbleiterbauelementen die Bonddrähte ab, bis es zur Zerstörung aller Leistungshalbleiterbauelementen infolge elektrischer oder thermischer Überlastung kommt.

[0008] Nach dem Stand der Technik sind Ausfallindikatoren für Leistungsmodule zu Diagnosezwecken und zur Ausfallfrüherkennung bekannt. So bewirkt eine sich lösende Chipplötung wie auch sich ablösende Bonddrähte eine Erhöhung der Flussspannung der Leistungshalbleiter im eingeschalteten Zustand bzw. eine Zunahme des thermischen Widerstandes. Diese Größen sind allerdings im Betrieb nicht zugänglich.

[0009] Auch sind beispielhaft aus der EP 0 752 593 A2 Verfahren bekannt, die eine Wechselspannung einer bestimmten Frequenz über eine Drahtbondverbindung leiten und aus einer Messung und Analyse der entstehenden Oberwellen auf defekte Bondverbindungen schließen. Diese Verfahren sind allerdings bisher nur als Sondermessungen außerhalb des Betriebes möglich.

[0010] Weiterhin sind Vorrichtungen zur Detektion des Bonddrahtabhebens auf der Grundlage einer mechanischen Auswertung bekannt. Dabei wird die Haftung der Bondverbindungen über Federkräfte gemessen. Eine Zuverlässigkeitserhöhung lässt sich allerdings nur mit hohem technischen Aufwand, hohen Kosten und dafür benötigtem Volumen erreichen. Auch dieses Verfahren ist, wie alle bisher genannten, nur als Laboraufbau bekannt.

Aufgabenstellung

[0011] Die vorliegende Zusatzerrfindung zum Hauptpatent DE 102 49 712 B3 hat die Aufgabe ein Verfahren vorzustellen, um den Kontaktausfall von elektrisch leitenden Verbindungen, speziell Drahtbondverbindungen, von einer Kontaktfläche eines Halbleiterbauelements oder einer Gruppe von elektrisch lei-

tend verbundenen Kontaktflächen eines Halbleiterbauelements zu einer weiteren Kontaktfläche außerhalb des Halbleiterbauelements, beispielhaft auf dem Substrat, der durch die teilweise oder vollständige Unterbrechung dieser elektrisch leitenden Verbindung entsteht, während des Betriebs automatisch zu detektieren.

[0012] Diese Aufgabe wird gelöst durch die Maßnahmen des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen genannt.

[0013] Basis des erfinderischen Gedankens ist eine Schaltungsanordnung bestehend aus mindestens einem Leistungshalbleiterbauelement und mindestens zwei voneinander elektrisch getrennten Kontaktflächen gleicher Funktionalität und/oder elektrisch getrennten Gruppen von Kontaktflächen gleicher Funktionalität. Jedes Leistungshalbleiterbauelement weist mindestens eine derartige Kontaktfläche auf. Unter einer Gruppe von Kontaktflächen soll eine Mehrzahl von Kontaktflächen verstanden werden, die direkt miteinander elektrisch leitend verbunden sind und auf dem gleichen Leistungshalbleiterbauelement angeordnet sind. Weiterhin weist die Schaltungsanordnung mindestens einen Sternpunkt auf. Jede Kontaktfläche und/oder jede elektrisch getrennte Gruppe von Kontaktflächen ist über mindestens ein aktives und/oder passives Bauelement mit diesem Sternpunkt verbunden.

[0014] Weiterhin weist die Schaltungsanordnung noch eine Kontaktfläche außerhalb der Leistungshalbleiterbauelemente, beispielhaft auf dem Substrat auf, die mit den Kontaktflächen auf den Leistungshalbleiterbauelementen verbunden ist, dies kann beispielhaft die Emittersammelschiene sein.

[0015] Das erfinderische Verfahren zur Überwachung einer Unterbrechung einer Verbindung zwischen einer Kontaktfläche oder einer Gruppe von Kontaktflächen auf Leistungshalbleiterbauelementen und einer weiteren Kontaktfläche außerhalb des Halbleiterbauelements basiert auf der Detektion einer Potentialdifferenz zwischen dem oder den Sternpunkten und der Kontaktfläche außerhalb des Halbleiterbauelements.

[0016] Das Verfahren zur Überwachung einer o.g. Schaltungsanordnung mittels einer Überwachungsschaltung benutzt Komparatoren wobei das gewonnene Signal zur Detektion des Ausfalls eines oder einer Mehrzahl elektrisch leitender Verbindungen zu einem Leistungshalbleiterbauelement verwendet wird. Hierbei ist die Schaltungsanordnung zur Überwachung der Emittterverbindung nur dann aktiv, wenn das zugeordnete Leistungshalbleiterbauelement eingeschaltet ist. Ebenso, oder alternativ ist die Schaltungsanordnung zur Überwachung der Senseverbindung nur dann aktiv, wenn das zugeordnete Leis-

tungshalbleiterbauelement ausgeschaltet ist.

Ausführungsbeispiel

[0017] Spezielle Ausgestaltungen der erfinderischen Lösungen werden an Hand der **Fig. 3** bis **12** erläutert.

[0018] **Fig. 3** zeigt eine gegenüber dem Stand der Technik nach **Fig. 2** veränderte Schaltungsanordnung.

[0019] **Fig. 4** zeigt ein Leistungshalbleiterbauelement (IGBT) mit zellulärem Aufbau nach dem Stand der Technik.

[0020] **Fig. 5** zeigt eine Schaltungsanordnung gemäß DE 102 49 712 als Teil eines Leistungshalbleiterbauelement.

[0021] **Fig. 6** zeigt eine Schaltungsanordnung gemäß DE 102 49 712 für vier Leistungshalbleiterbauelemente in zwei Gruppen.

[0022] **Fig. 7** zeigt den Aufbau einer Schaltungsanordnung zur Detektion des Ausfalls elektrischer Verbindungen gemäß **Fig. 6**.

[0023] **Fig. 8** zeigt ein Diagramm der Detektion einer Ablösung des Emitterbonddrahtes

[0024] **Fig. 9** zeigt ein Diagramm der Detektion einer Ablösung eines Sensedrahtes.

[0025] **Fig. 3** zeigt ein Leistungshalbleitermodul vergleichbar denjenigen aus **Fig. 1** und **2**. Hierbei entsprechen die Gruppen von Kontaktflächen (**10**) den Emitterbondpads jedes der einzelnen IGBT Leistungshalbleiterbauelemente. Die Emittersammelschiene entspricht der weiteren Kontaktfläche (**16**) außerhalb des Halbleiterbauelements.

[0026] **Fig. 3** zeigt eine gegenüber dem Stand der Technik nach **Fig. 2** erfinderisch veränderte Schaltungsanordnung. Hierzu wurde ein weiterer kupferkassierter Bereich (**22**) auf dem DCB-Substrat (**9**) angeordnet. Jeder IGBT ist mittels eines zusätzlichen Emitterbonddrahtes (Sensedraht) (**20**) und über einen Widerstand (**21**) mit diesem weiteren kupferkassierten Bereich (**22**) verbunden. Diese Widerstände (**21**) sind dabei auf der von den anderen Kupferflächen isolierten Kupferfläche (**22**) angeordnet. Die Kupferfläche (**22**) stellt somit den Sternpunkt einer Sternschaltung dar und wird mit einer Auswerteschaltung verbunden.

[0027] **Fig. 4** zeigt ein Leistungshalbleiterbauelement (IGBT) (**1**) mit zellulärem Aufbau nach dem Stand der Technik in Draufsicht. Dargestellt ist schematisch das Emittermetallisierungsgebiet (**28**), die

IGBT-Zellen (**29**), die Emitterbondpads (**10**) und das Gatebondpad (**11**).

[0028] **Fig. 5** zeigt die erfinderische Schaltungsanordnung anhand eines gegenüber dem Stand der Technik veränderten IGBT Leistungshalbleiterbauelements. Hierbei entsprechen die Kontaktflächen des Anspruchs 1 den beiden Emitterbondpads dieses IGBTs. Eine optionale zusätzliche Kontaktfläche auf dem IGBT entspricht dem Sternpunkt, der mit der Auswerteschaltung verbunden wird. Die Emitterbondpads (**10**) werden wie oben beschrieben mit der Emittersammelschiene (**16**) als weitere Kontaktfläche außerhalb des Halbleiterbauelements verbunden.

[0029] Der IGBT (**27**) ist gegenüber dem genannten Stand der Technik verändert in der Formgebung des Emittermetallisierungsgebiet (**28a**, **28b**). Das Emittermetallisierungsgebiet ist hierzu in zwei voneinander elektrisch getrennte Teilgebiete der Emittermetallisierung (**28a**, **28b**) aufgeteilt. Eine Aufteilung in mehr als zwei Teilgebiete ist ebenso in entsprechender Weise möglich. An jedes Teilgebiet der Emittermetallisierung (**28a**, **28b**) wird nur ein bestimmter Teil der IGBT-Zellen (**29**) angeschlossen.

[0030] Bei dieser Ausgestaltung der Schaltungsanordnung kann mit einer Anordnung nach **Fig. 3** der Kontaktverlust jedes elektrisch getrennten Emitterbondpads detektiert werden.

[0031] Weitere Vorteile ergeben sich, wenn die aktiven oder passiven elektronischen Bauelemente der Sternschaltung in das Leistungshalbleiterbauelement integriert werden. Beispielsweise sind im Falle eines IGBTs Widerstände (**30**) oder Dioden mittels dotierten Polysilizium-Gebieten realisierbar. Jedes Teilgebiet der Emittermetallisierung (**28a**, **28b**) wird nun über je ein integriertes aktives oder passives elektronisches Bauelement (**30**) mit einer zusätzlichen weiteren Kontaktfläche (**31**) auf dem IGBT verbunden, die von den übrigen Metallisierungsgebieten des IGBT elektrisch getrennt ist. Analog zur Verfahrensweise in **Fig. 3** wird nun die weitere Kontaktfläche (**31**) mit der Auswerteschaltung verbunden. Das Abheben der Bonddrähte von einem Emitterbondpad führt analog zu **Fig. 5** zu Spannungsabfällen über den integrierten Widerständen (**30**) im IGBT. Die Detektion kann beispielsweise wiederum dadurch erfolgen, dass der Potentialunterschied zwischen der weiteren Kontaktfläche (**31**) und der Emittersammelschiene (**16**) oder dem Hilfsemittersanschluss (**19**) ausgewertet wird.

[0032] **Fig. 6** zeigt eine erfinderische Schaltungsanordnung für vier Leistungshalbleiterbauelemente, beispielhaft für IGBTs, mit zwei Sternschaltungen, mit der ebenfalls das Vorhandensein einer leitfähigen Verbindung vom Sternpunkt (**22**) der Sternschaltung

gen zu den Kontaktflächen der Leistungshalbleiterbauelemente und zur Auswerteschaltung überwacht werden kann. VG bezeichnet hier das Gateansteuersignal vom Treiber.

[0033] Fig. 7 zeigt den Aufbau einer Schaltungsanordnung (100) zur Detektion des Ausfalls elektrischer Verbindungen gemäß Fig. 6. Die Eingänge der Schaltungsanordnung sind entsprechend den Kontaktpunkten der Fig. 6 bezeichnet. Die Schaltungsanordnung (100) besteht aus einer Fehlerverarbeitungseinheit (110), einem Fehlerspeicher (120), einem Eingangsinterface (130) mit Resetmöglichkeit, einem Widerstandsnetzwerk (160) und einer Steuereinheit (140) zur Ansteuerung einer Stromquelle (CS) sowie einer Mehrzahl von Komparatoren (150). Die Schaltungsanordnung weist drei Fehlersignalausgänge (W1, W2, W3), eine Spannungsversorgung (VD), einen extern beschalteten Kondensator (CTCS) sowie Eingänge für die Gateansteuerspannung (VG), den Kontaktpunkt (C) der Emittersammelschiene und die Kontaktpunkte (A, B) zur den Sensedrähten (20) auf.

[0034] Das Detektionsverfahren des Ausfalls einer Emitter- oder einer Senseverbindung wird im folgenden beschrieben. Hierzu sind zwei der vier Komparatoren mit den Kontaktpunkten (A) und (B) beschaltet, wobei die Beschaltung des zweiten Komparators spiegelsymmetrisch zum ersten ist. Der dritte Komparator ist mit den Kontaktpunkten (A) und (C), sowie der vierte mit den Kontaktpunkte (B) und (C) beschaltet. Somit ist die Überwachung jeder einzelnen der oben genannten Verbindungen möglich.

[0035] Die Überwachung einer Emittterverbindung ist nur sinnvoll, wenn der entsprechende IGBT sich im leitenden Zustand befindet, dies wird durch die Steuereinheit (140) gewährleistet. Sie schaltet die Überwachung erst nach dem Einschaltvorgang des IGBTs. Die hierfür notwendige Steuergröße wird durch die Gatesteuerspannung, die am Eingang (VG) anliegt, gebildet.

[0036] Im Gegensatz hierzu ist die Überwachung einer Senseverbindung nur im nicht leitenden Zustand eines IGBTs sinnvoll, die Information hierüber wird ebenfalls aus dem Eingang (VG) gewonnen. Zur Überwachung wird durch die Steuereinheit (140) die Stromquelle (CS) eingeschaltet. Deren Verbindung mit den Widerständen (160) der Schaltungsanordnung (100) sowie der Widerstände (21, Fig. 6) ergibt eine Wheatstone-Brückenschaltung. Das Ausgangssignal dieser Wheatstonebrücke ist Null solange kein Fehler vorliegt, es weicht von Null ab bei Vorliegen einer Kontaktunterbrechung der Senseverbindung (20). Um die Verlustleistung durch dieses Verfahren gering zu halten wird die Überwachung des Senseverbindungen nicht nach jedem Ausschalten ausgeführt. Die Anzahl der Schaltperioden nach der die

Senseverbindung geprüft wird ist einstellbar. Der Kondensator (CTCS) dient zur Einstellung der Pulsweite, in der die Stromquelle (CS) aktiv ist. Die Pulsweite kann alternativ auch fest eingestellt sein. Den verschiedenen möglichen Fehlern können über mehrere, hier drei, Fehlerausgänge (W1, W2, W3) spezielle Fehlercodes zugewiesen werden.

[0037] Fig. 8 zeigt ein Diagramm der Detektion einer Ablösung des Emitterbondrahtes. Mit Beginn des Einschaltens des IGBTs wird das Fehlersignal auf LOW zurückgesetzt (201). Die Überwachung beginnt eine definierte Zeitspanne nach dem Einschalten des IGBTs, wozu die Gatesteuerspannung (VG) ausgewertet wird. Die Unterbechung einer Emittterverbindung (202) wird detektiert und angezeigt durch das Anheben aller Pegel der Ausgangssignale (W1, W2, W3) von LOW auf HIGH. Dieser Fehler ist somit als „111“ codiert.

[0038] Fig. 9 zeigt ein Diagramm der Detektion einer Ablösung eines Sensedrahtes. Die Überwachung beginnt nach einer eingestellten Anzahl, hier 240 (P240), von Schaltperioden. Nach dem Ausschalten wird die Stromquelle (CS) aktiviert, siehe entsprechende Spannungskurve (VCTCS). Eine unterbrochene Senseverbindung wird beispielhaft detektiert und angezeigt durch die Änderung des Ausgangssignal (W1) von LOW auf HIGH. Dieser Fehler ist somit als „100“ codiert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung einer Schaltungsanordnung nach Patent DE 102 49 712 B3 wobei die Potentialdifferenz zwischen dem oder den Sternpunkten (18, 31) und der weiteren Kontaktfläche (16, 19) außerhalb des Leistungshalbleiterbauelements mittels einer Überwachungsschaltung aus Komparatoren überwacht wird und das gewonnene Signal zur Detektion des Ausfalls eines oder einer Mehrzahl elektrisch leitender Verbindungen zu einem Leistungshalbleiterbauelement verwendet wird, wobei die Schaltungsanordnung zur Überwachung der Emittterverbindung (14) nur nach dem Einschalten des zugeordneten Leistungshalbleiterbauelements aktiv ist und/oder die Schaltungsanordnung zur Überwachung der Senseverbindung (20) nur nach dem Ausschalten des zugeordneten Leistungshalbleiterbauelements nicht aktiv ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Senseverbindungen mittels einer Wheatstone-Brückenschaltung überwacht werden, die durch eine Stromquelle (CS) gespeist wird, und ein Ausgangssignal dieser Brückenschaltung ungleich Null nach einer Schwellwertbildung ein Fehlersignal darstellt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Überwachung der Senseverbindungen jeweils nur nach

einer Mehrzahl von Schaltperioden des Leistungshalbleiterbauelements durchgeführt wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

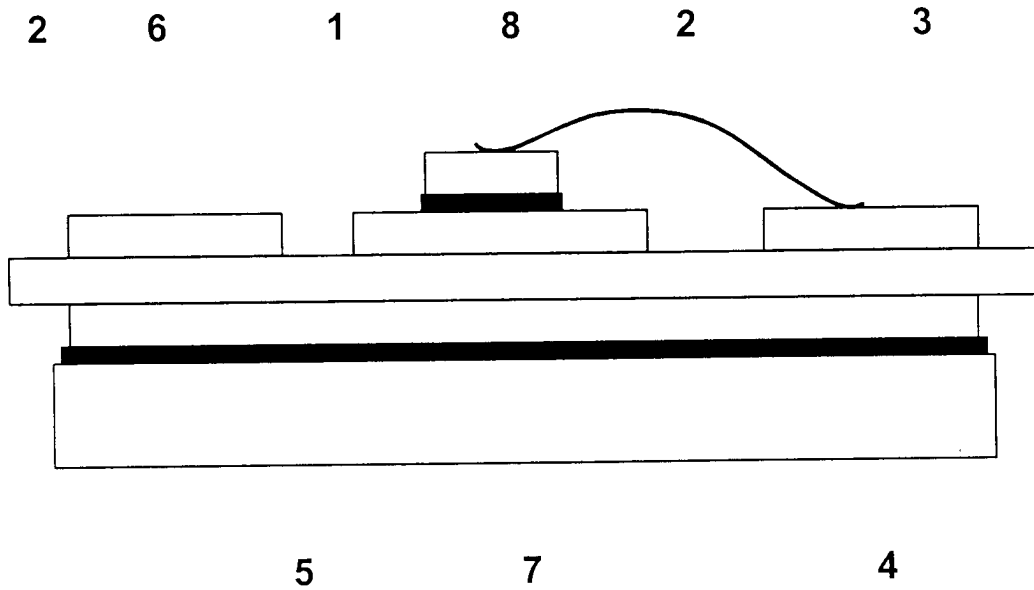


Fig. 1 (Stand der Technik)

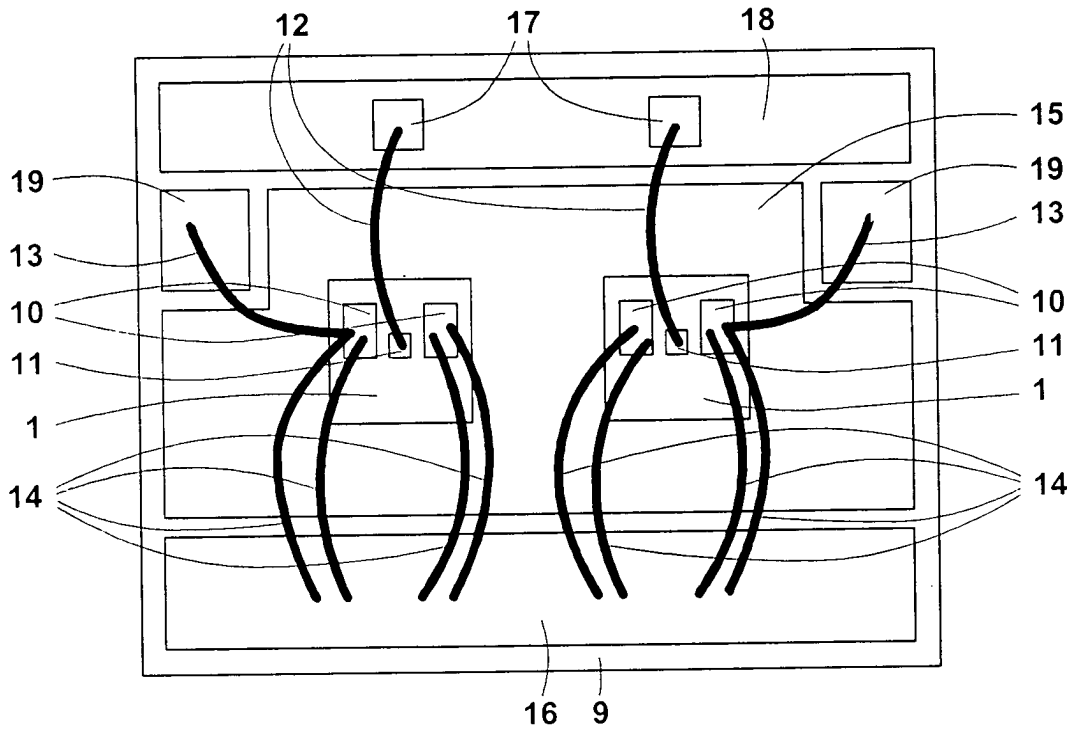


Fig. 2 (Stand der Technik)

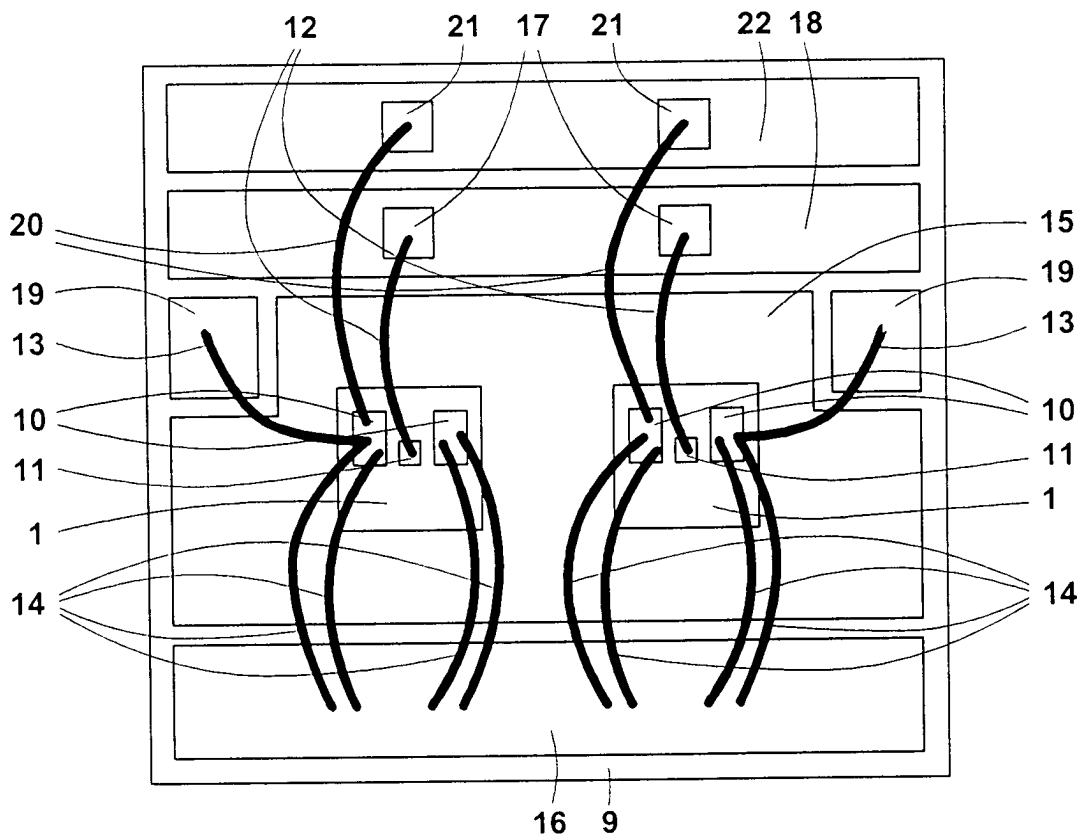


Fig. 3

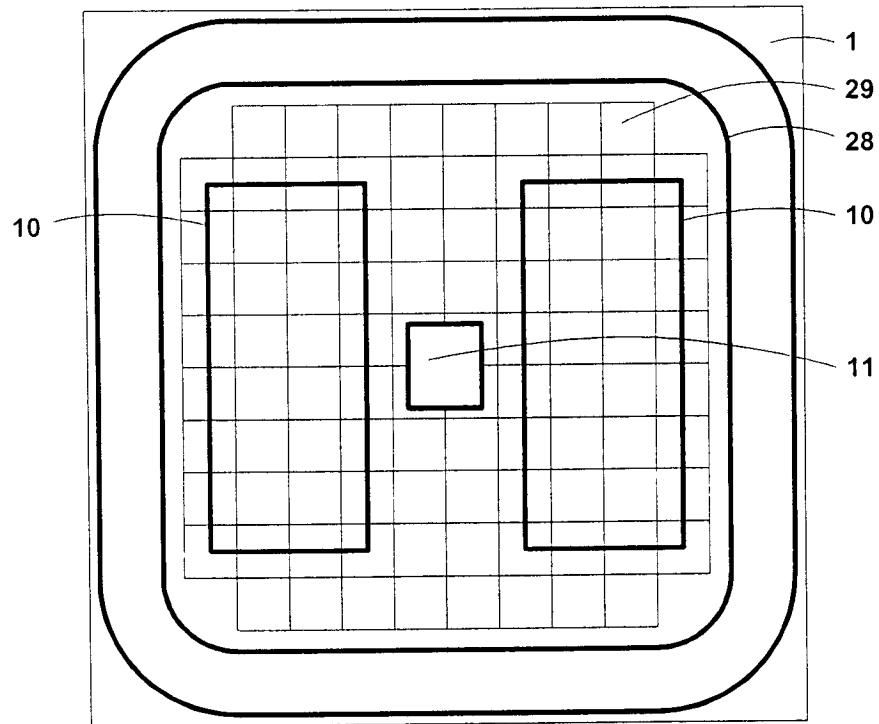


Fig. 4 (Stand der Technik)

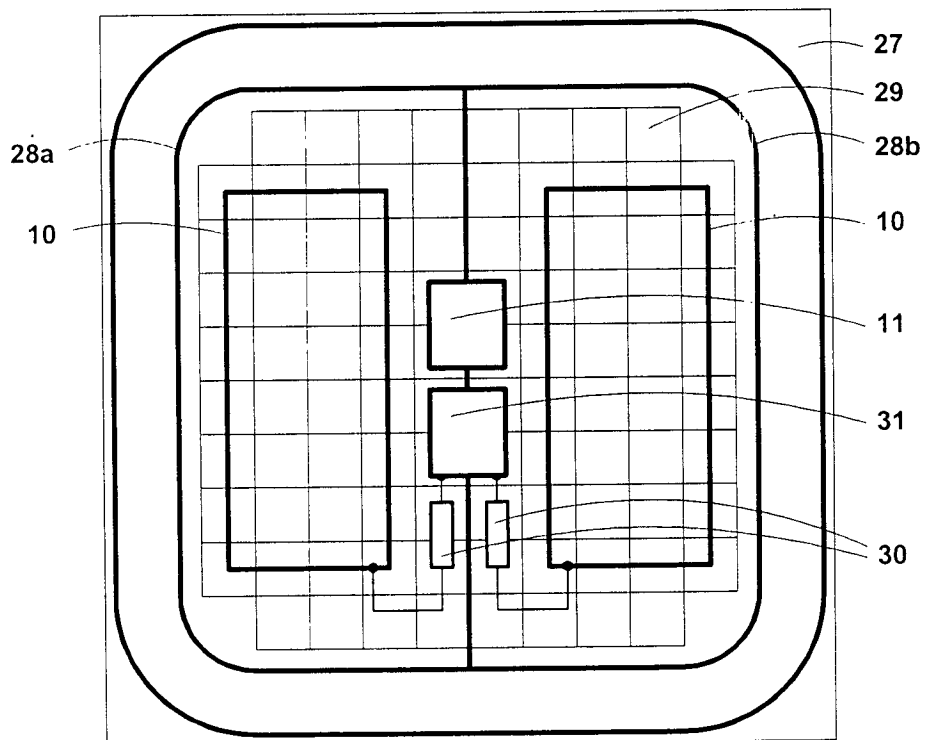


Fig. 5

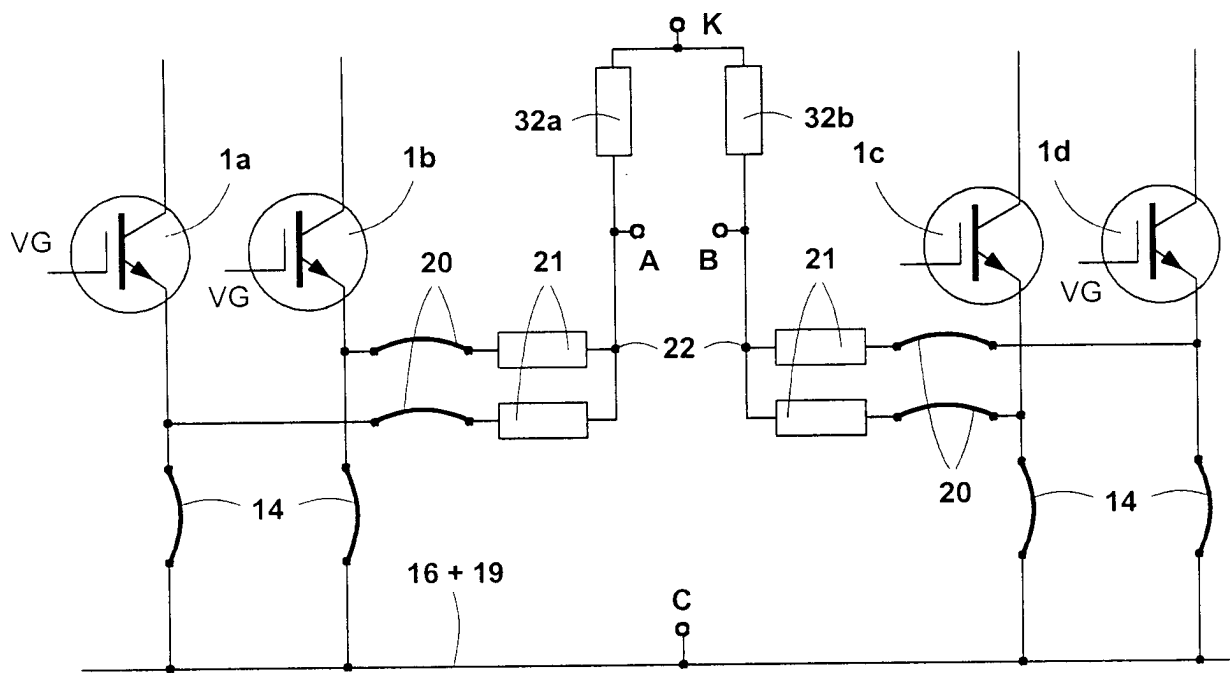


Fig. 6

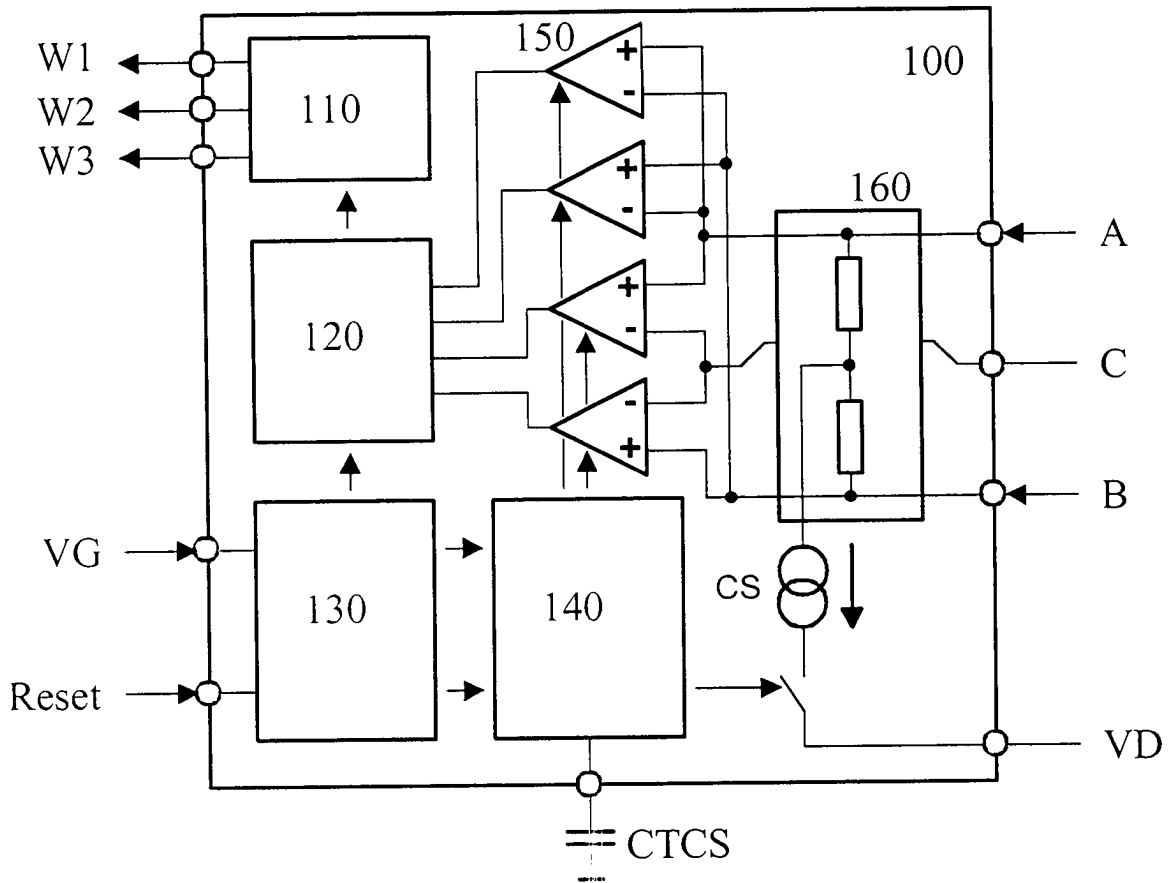


Fig. 7

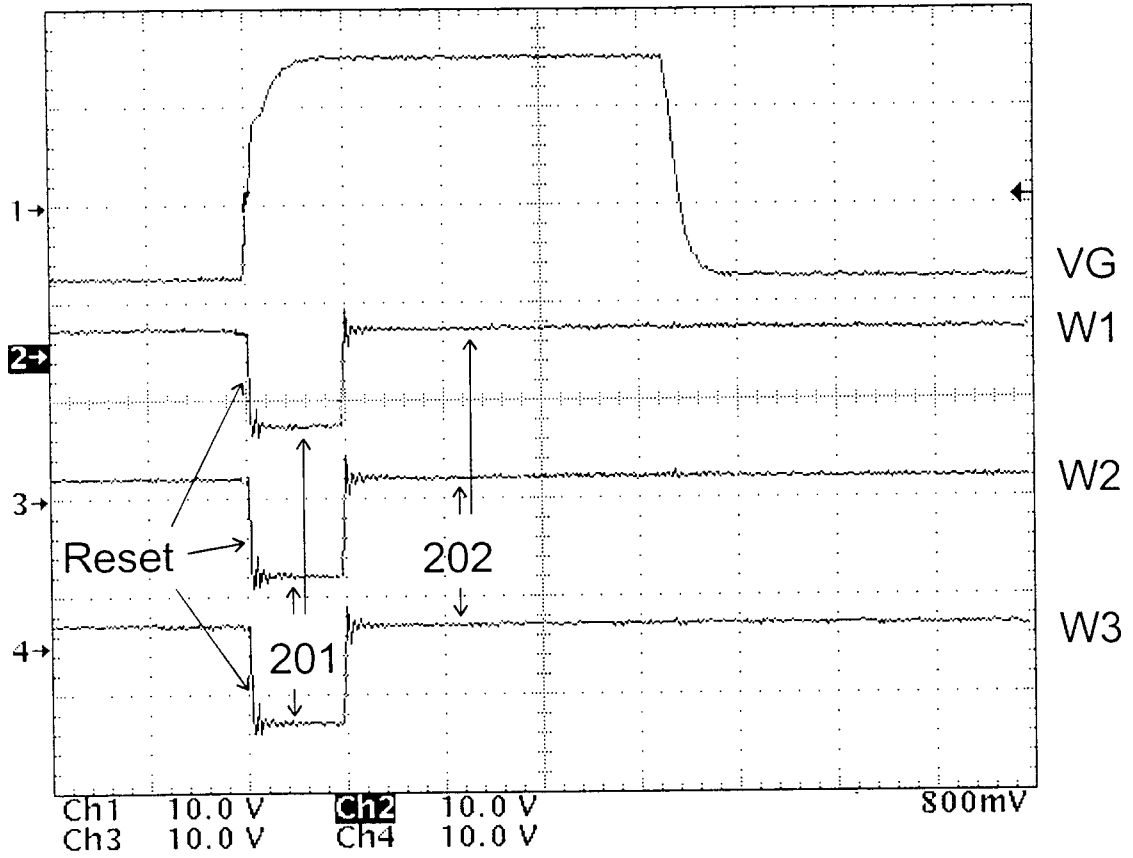


Fig. 8

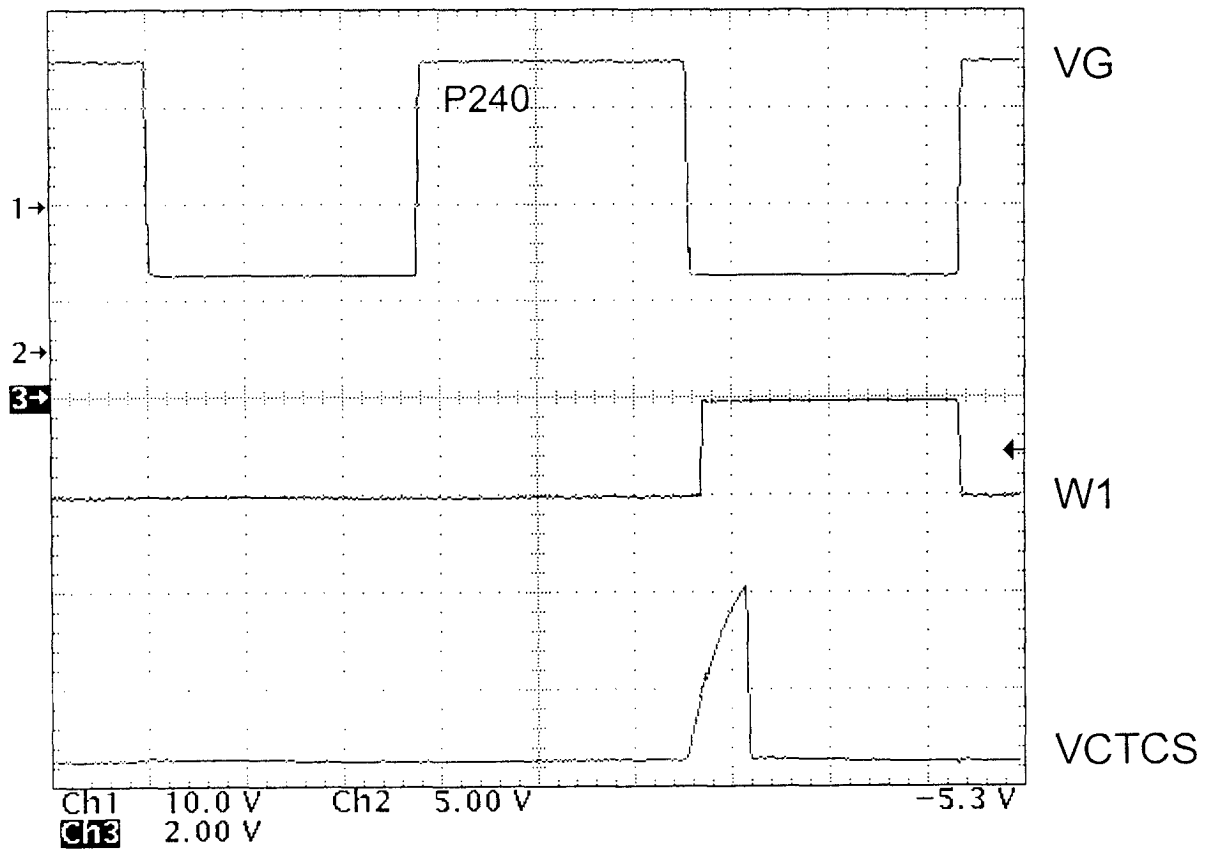


Fig. 9