



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 12 704 A1** 2004.09.30

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 12 704.6**

(22) Anmeldetag: **21.03.2003**

(43) Offenlegungstag: **30.09.2004**

(51) Int Cl.7: **H03K 17/082**

(71) Anmelder:

**Conti Temic microelectronic GmbH, 90411
 Nürnberg, DE**

(72) Erfinder:

**Schirmer, Edmund, 92353 Postbauer-Heng, DE;
 Winkler, Karl-Heinz, 90518 Altdorf, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 38 391 A1

DE 40 07 539 A1

DE 30 32 888 A1

US 59 00 683

US 51 42 432

US 48 66 556

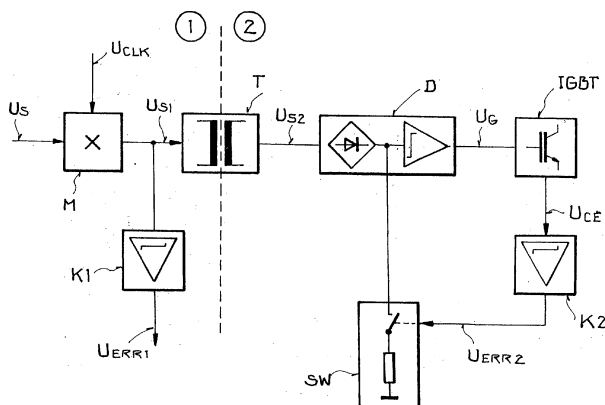
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung eines Leistungshalbleiterschalters und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Zusammenfassung: Zur Ansteuerung eines Leistungshalbleiterschalters ist es oft erforderlich, eine Potentialtrennung zwischen dem Leistungshalbleiterschalter und einer diesen ansteuernden Steueranordnung vorzusehen. Wenn zudem eine Rückmeldung über den Funktionszustand des Leistungshalbleiterschalters zur Steueranordnung erfolgen soll, ist auch im Rückmeldungspfad eine Potentialtrennung vorzusehen. Üblicherweise erfolgt die Potentialtrennung über Optokoppler. Das neue Verfahren soll mit geringem Schaltungsaufwand die Ansteuerung von Leistungshalbleiterschaltern und deren Funktionsüberwachung ermöglichen.

Beim neuen Verfahren wird ein Schaltsignal zur Ansteuerung eines leistungshalbleiterschalters auf einer Primärseite eines induktiven Übertragers als amplitudenmoduliertes Signal bereitgestellt und über den Übertrager über eine auf einer Sekundärseite des Übertragers vorgesehene Treiberstufe dem Leistungshalbleiterschalter zugeführt. Der Funktionszustand des Leistungshalbleiterschalters wird auf der Sekundärseite des Übertragers überwacht und das Auftreten einer Fehlfunktion über den Übertrager zu dessen Primärseite signalisiert. Vorzugsweise wird hierzu auf der Sekundärseite des Übertragers ein Signalpfad zwischen dem Übertrager und dem Leistungshalbleiterschalter kurzgeschlossen und die aus dem Kurzschließen resultierende Amplitudenänderung des Schaltsignals auf der Primärseite detektiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung eines Leistungshalbleiterschalters gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Zur Ansteuerung von Leistungshalbleiterschaltern ist es oft erforderlich eine Potentialtrennung zwischen den Leistungshalbleiterschaltern und den diese ansteuernden Steueranordnungen vorzusehen. Üblicherweise werden Optokoppler zur Potentialtrennung eingesetzt.

Stand der Technik

[0003] So ist beispielsweise aus der EP 996 227 A2 ein Verfahren zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung eines Bipolartransistors mit isolierter Gateelektrode bekannt, bei dem der Bipolartransistor über einen Optokoppler angesteuert wird und bei dem der Funktionszustand des Bipolartransistors anhand seiner Kollektor-Emitterspannung überwacht wird. Tritt eine Fehlfunktion auf, wird dies über einen weiteren Optokoppler einer Steueranordnung signalisiert.

[0004] Nachteilig ist hierbei, daß zwei Optokoppler zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung benötigt werden. Zudem eignen sich Optokoppler aufgrund ihrer temperaturabhängigen Lebensdauer nicht für den Einsatz in Umgebungen, in denen stark variierende Betriebstemperaturen auftreten können.

[0005] Aus der DE 44 21 837 A1 ist des weiteren bekannt, daß die Ansteuerung eines Bipolartransistors mit isolierter Gateelektrode über einen Optokoppler und einen dazu parallel geschalteten induktiven Übertrager erfolgen kann. Eine Funktionsprüfung wird bei diesem Verfahren nicht vorgenommen.

Aufgabenstellung

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, das mit geringem Schaltungsaufwand durchführbar ist und für den Einsatz in Umgebungen mit stark variierenden Betriebstemperaturen geeignet ist. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und durch die Merkmale des Patentanspruchs 8 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0008] Erfindungsgemäß wird ein Schaltsignal über einen als Transformator ausgeführten Übertrager und eine diesem nachgeschalteten Treiberstufe dem anzusteuern den Leistungshalbleiterschalter zugeführt. Das Schaltsignal wird dabei auf der Primärseite des Übertragers als amplitudenmoduliertes Signal bereitgestellt. Der Funktionszustand des Leistungs-

halbleiterschalters wird auf der Sekundärseite des Übertragers überwacht. Falls eine Fehlfunktion erkannt wird, wird dies über den Übertrager zur Primärseite des Übertragers signalisiert.

[0009] Die Signalisierung erfolgt vorzugsweise dadurch, daß sekundärseitig ein Signalpfad zwischen dem Übertrager und dem Leistungshalbleiterschalter kurzgeschlossen wird und die hieraus resultierende Amplitudenänderung des Schaltsignals auf der Primärseite detektiert wird. Es ist damit möglich, mit einem einzigen induktiven Übertrager eine Potentialtrennung sowohl zum Zwecke der Ansteuerung des Leistungshalbleiterschalters als auch zum Zwecke der Funktionsüberwachung des Leistungshalbleiterschalters vorzunehmen.

[0010] Vorteilhafterweise erfolgt die Prüfung, ob eine Fehlfunktion vorliegt, durch Auswertung einer an der Schaltstrecke des Leistungshalbleiterschalters anstehenden Spannung, insbesondere der Kollektor-Emitterspannung des Leistungshalbleiterschalters, falls dieser als Bipolartransistor ausgeführt ist.

[0011] Vorzugsweise erfolgt das Kurzschließen des Signalpfads über einen niederohmigen Widerstand.

[0012] Vorteilhafterweise wird das Schaltsignal durch UND-Verknüpfung aus einem digitalen Steuersignal und einem periodischen Taktsignal erzeugt, wobei der Signalpegel des Steuersignals den gewünschten Schaltzustand des Leistungshalbleiterschalters vorgibt.

[0013] Das Verfahren eignet sich bestens zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung eines als Bipolartransistor mit isolierter angeordneter Gateelektrode ausgeführten Leistungshalbleiterschalters.

[0014] Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens umfaßt einen als Transformator ausgebildeten Übertrager, der primärseitig mit dem Schaltsignal beaufschlagt ist und sekundärseitig über eine Treiberstufe mit einem Steueranschluß des Leistungshalbleiterschalters verbunden ist. Sie umfaßt ferner eine auf der Sekundärseite des Übertragers vorgesehene sekundärseitige Auswerteeinheit zur Funktionsüberwachung des Leistungshalbleiterschalters sowie einem ebenfalls auf der Sekundärseite des Übertragers vorgesehenen Kurzschlußschalter, der durch die sekundärseitige Auswerteeinheit angesteuert ist und über den ein sekundärseitiger Signalpfad zwischen dem Übertrager und dem Leistungshalbleiterschalter in Abhängigkeit des Funktionszustands des Leistungshalbleiterschalters kurzschließbar ist.

[0015] Vorzugsweise weist die Vorrichtung ferner auf der Primärseite des Übertragers eine primärseitige Auswerteeinheit auf, welche den Schaltzustand des Kurzschlußschalters durch Auswertung der Signalamplitude des Schaltsignals detektiert.

Ausführungsbeispiel

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0017] **Fig. 1** ein Blockdiagramm einer Vorrichtung zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung eines Leistungshalbleiterschalters,

[0018] **Fig. 2** Signaldiagramme für verschiedene Signale aus der Vorrichtung gemäß **Fig. 1**.

[0019] Gemäß **Fig. 1** umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung einen als Transformator ausgeführten Übertrager T, der die Vorrichtung in zwei galvanisch voneinander getrennte Teile, einen Niedervoltteil **1** und einen Hochvoltteil **2** teilt.

[0020] Der Niedervoltteil **1** umfaßt die Primärseite des Übertragers T. In diesem Teil weist die Vorrichtung einen Modulator M auf, der ein digitales Steuersignal U_S und ein periodisches Taktsignal U_{CLK} durch logische UND-Verknüpfung oder durch Multiplikation zu einem Schaltsignal U_{S1} verknüpft, welches dem Übertrager T als Eingangssignal zugeführt wird. Der Niedervoltteil **1** umfaßt ferner eine primärseitige Auswerteeinheit K1 zur Auswertung der Amplitude des Schaltsignals U_{S1} .

[0021] Der Hochvoltteil **2** der Vorrichtung umfaßt die Sekundärseite des Übertragers T, an der ein durch induktive Kopplung aus dem Schaltsignal U_{S1} erzeugtes Hochvolt-Schaltssignal U_{S2} abgegeben wird. Der Hochvoltteil **2** umfaßt ferner den anzusteuern und zu überwachenden Leistungshalbleiterschalter IGBT, eine Treiberstufe D, eine sekundärseitige Auswerteeinheit K2 und einen Kurzschlußschalter SW.

[0022] Die Sekundärseite des Übertragers T ist über die Treiberstufe D mit einem Steuereingang des Leistungshalbleiterschalters IGBT verbunden. Letzter ist als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode ausgeführt. Die Gateelektrode bildet somit den Steueranschluß des Leistungshalbleiterschalters IGBT.

[0023] Die Treiberstufe D umfaßt ihrerseits einen Gleichrichter zur Ermittlung der Hüllkurve des Hochvolt-Schaltssignals U_{S2} und einen Komparator, der nach Maßgabe der ermittelten Hüllkurve die zum Schalten des Leistungshalbleiterschalters IGBT benötigten Signalpegel erzeugt und diese als Gatespannung U_G der Gateelektrode zuführt.

[0024] Die sekundärseitige Auswerteeinheit K2 wertet die Kollektor-Emitterspannung U_{CE} des Leistungshalbleiterschalters IGBT aus, indem sie diese mit einem vorgegebenen Schwellwert vergleicht. Unterschreitet die Kollektor-Emitterspannung U_{CE} den Schwellwert, so bedeutet dies, daß eine Fehlfunktion im Lastkreis des Leistungshalbleiterschalters IGBT vorliegt. Das Vorliegen einer Fehlfunktion wird am Ausgang der sekundärseitigen Auswerteeinheit durch das sekundärseitige Fehlersignal V_{ERR2} angezeigt. Liegt eine Fehlfunktion vor, wird der Kurzschlußschalter SW durch das sekundärseitige Fehlersignal U_{ERR2} geschlossen. Hierdurch wird der Signalpfad zwischen dem Übertrager T und dem Leistungshalbleiterschalter IGBT über einen im Kurzschlußschalter SW vorgesehenen niederohmigen Widerstand kurzgeschlossen. Dies hat zur Folge, daß die Eingangsimpedanz des Übertragers T sich

ändert und die Amplitude des Schaltsignals U_{S1} aufgrund der zunehmenden Belastung abfällt. Dieser Abfall wird von der primärseitigen Auswerteeinheit K1 erkannt und durch ein primärseitige Fehlersignal U_{ERR1} signalisiert. Durch das primärseitige Fehlersignal U_{ERR1} wird somit angezeigt, daß der Kurzschlußschalter SW geschossen ist und damit eine Fehlfunktion im Lastkreis des Leistungshalbleiterschalters IGBT vorliegt. Als Reaktion darauf ist es nun möglich, den Leistungshalbleiterschalter IGBT über das Steuersignal U_S in den sperrenden Zustand zu schalten.

[0025] **Fig. 2** zeigt den Verlauf des Steuersignals U_S , des Taktsignals U_{CLK} , des Schaltsignals U_{S1} , des Hochvolt-Schaltssignals U_{S2} , der Gatespannung U_G , des primärseitigen Fehlersignals U_{ERR1} und des sekundärseitigen Fehlersignals U_{ERR2} . Es handelt sich hierbei um eine vereinfachte symbolische Darstellung, in der Signallaufzeiten und das Einschwingverhalten der Signale vernachlässigt sind.

[0026] Das Steuersignal U_S wird als digitales Signal von einer Steuereinheit, beispielsweise einem in **Fig. 1** nicht gezeigten Mikrokontroller oder Mikroprozessor bereitgestellt. Sein Signalpegel gibt dabei den gewünschten Schaltzustand des Leistungshalbleiterschalters IGBT vor. Beispielsweise entspricht ein Low-Pegel dem Schaltzustand "Offen" und ein High-Pegel dem Schaltzustand "Geschlossen".

[0027] Zum Zeitpunkt t_0 wechselt der Signalpegel des Steuersignals U_S vom Low-Pegel zum High-Pegel. Hierdurch soll der Leistungshalbleiterschalter IGBT in den leitenden Zustand geschaltet werden. Entsprechend soll der Leistungshalbleiterschalter IGBT zum Zeitpunkt t_2 beim Wechsel vom High-Pegel zum Low-Pegel zurück in den sperrenden Zustand geschaltet werden.

[0028] Da der Übertrager T nur Wechselsignale übertragen kann, wird das Steuersignal U_S auf der Niedervoltseite **1** mit dem Taktsignal U_{CLK} moduliert. Das daraus resultierende Schaltsignal U_{S1} und das aus dem Schaltsignal U_{S1} resultierende Hochvolt-Schaltssignals U_{S2} weisen damit zunächst eine dem Steuersignal U_S entsprechende Hüllkurve auf. In der Treiberstufe D wird der Hüllkurvenverlauf des Hochvolt-Schaltssignals U_{S2} analysiert und aus der Änderung des Hüllkurvenverlaufs der Low-High-Wechsel im Steuersignal U_S detektiert. In Antwort auf den detektierten Pegelwechsel ändert sich der Pegel der Gatespannung U_G von einem unteren Wert, bei dem der Leistungshalbleiterschalter IGBT sperrend ist, auf einen oberen Wert, bei dem der Leistungshalbleiterschalter IGBT leitend ist.

[0029] Wenn nun zum Zeitpunkt t_1 eine Fehlfunktion auftritt, steigt der Signalpegel des sekundärseitigen Fehlersignals U_{ERR2} sprunghaft an und der Kurzschlußschalter SW wird daraufhin geschlossen. Dies hat eine Belastungsänderung auf der Hochvoltseite **2** der Vorrichtung zur Folge. Die Belastungsänderung wirkt auf den Eingang des Übertragers T zurück, so daß die Amplitude des Schaltsignals U_{S1} und des Hochvolt-Schaltssignals U_{S2} um einen von der Belas-

tungsänderung abhängigen Wert abfällt.

[0030] Die Treiberstufe D ist derart ausgelegt, daß der Amplitudenabfall des Hochvolt-Schaltsignals U_{S2} keinen oder höchstens einen geringen Einfluß auf die Gatespannung U_G hat. Der Leiterleistungshalbleiterschalter IGBT verbleibt daher weiterhin im leitenden Zustand.

[0031] Der Amplitudenabfall des Schaltsignals U_{S1} wird auf der Niederspannungsseite 1 des Übertragers T mit der primärseitigen Auswerteeinheit K1 detektiert und durch den Signalpegel des primärseitigen Fehlersignals U_{ERR1} signalisiert. Die Signalisierung erfolgt beispielsweise an die das Steuersignal U_S bereitstellende Steuereinheit, welche daraufhin entscheidet, ob der Leistungshalbleiterschalter IGBT in den sperrenden Zustand geschaltet werden soll, und sofort oder zu einem späteren Zeitpunkt t_2 durch einen High-Low-Wechsel im Steuersignal U_S das Öffnen des Leistungshalbleiterschalters IGBT bewirkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung und Funktionsüberwachung eines Leistungshalbleiterschalters (IGBT), bei dem der Leistungshalbleiterschalter (IGBT) durch ein Schaltsignal (U_{S1}) in einen leitenden oder sperrenden Zustand geschaltet wird und bei dem durch Auswertung einer am Leistungshalbleiterschalter (IGBT) anstehenden Spannung (U_{CE}) geprüft wird, ob eine Fehlfunktion vorliegt, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Schaltsignal (U_{S1}) auf einer Primärseite (1) eines induktiven Übertragers (T) als amplitudenmoduliertes Signal bereitgestellt wird und über eine auf einer Sekundärseite (2) des Übertragers (T) vorgesehene Treiberstufe (D) dem Leistungshalbleiterschalter (IGBT) zugeführt wird und daß das Auftreten einer Fehlfunktion auf der Sekundärseite (2) des Übertragers (T) erkannt und über den Übertrager (T) dessen Primärseite (1) signalisiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Signalisierung der Fehlfunktion ein Signalpfad zwischen dem Übertrager (T) und dem Leistungshalbleiterschalter (IGBT) kurzgeschlossen wird und die hieraus resultierende Änderung der Amplitude des Schaltsignals (U_{S1}) detektiert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2; dadurch gekennzeichnet, daß der Signalpfad des Schaltsignals (U_{S1}) über einen niederohmigen Widerstand kurzgeschlossen wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Prüfung, ob eine Fehlfunktion vorliegt, durch Auswertung einer an der Schaltstrecke des Leistungshalbleiterschalters (IGBT) anstehenden Spannung (U_{CE}) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltsignal (U_{S1}) durch eine UND-Verknüpfung eines digitalen Steuersignals (U_S) mit einem periodischen Taktsignal (U_{CLK}) erzeugt wird, wobei der Signalpegel des Steuersignals (U_S) den Schaltzustand des Leistungshalbleiterschalters (IGBT) bestimmt.

6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungshalbleiterschalter (IGBT) beim Erkennen einer Fehlfunktion in den sperrenden Zustand geschaltet wird.

7. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, zur Schaltzustandsüberwachung eines Bipolartransistors (IGBT) mit isoliert angeordneter Gateelektrode.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 6, mit einem als Transformator ausgebildeten Übertrager (T), der primärseitig mit dem Schaltsignal (U_{S1}) beaufschlagt ist und sekundärseitig über eine Treiberstufe (D) mit einem Steueranschluß des Leistungshalbleiterschalters (IGBT) verbunden ist; mit einer auf der Sekundärseite des Übertragers (T) vorgesehenen sekundärseitigen Auswerteeinheit (K2) zur Funktionsüberwachung des Leistungshalbleiterschalters (IGBT) und mit einem auf der Sekundärseite des Übertragers (T) vorgesehenen Kurzschlußschalter (SW), der durch die sekundärseitige Auswerteeinheit (K2) angesteuert ist und über den ein Signalpfad zwischen dem Übertrager (T) und dem Leistungshalbleiterschalter (IGBT) in Abhängigkeit des Funktionszustands des Leistungshalbleiterschalters (IGBT) kurzschließbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Eingangsseite des Übertragers (T) eine primärseitige Auswerteeinheit (K1) zur Detektion des Schaltzustands des Kurzschlußschalters (SW) durch Auswertung der Signalamplitude des Schaltsignals (U_{S1}) vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungshalbleiterschalter (IGBT) als Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Gateelektrode ausgebildet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

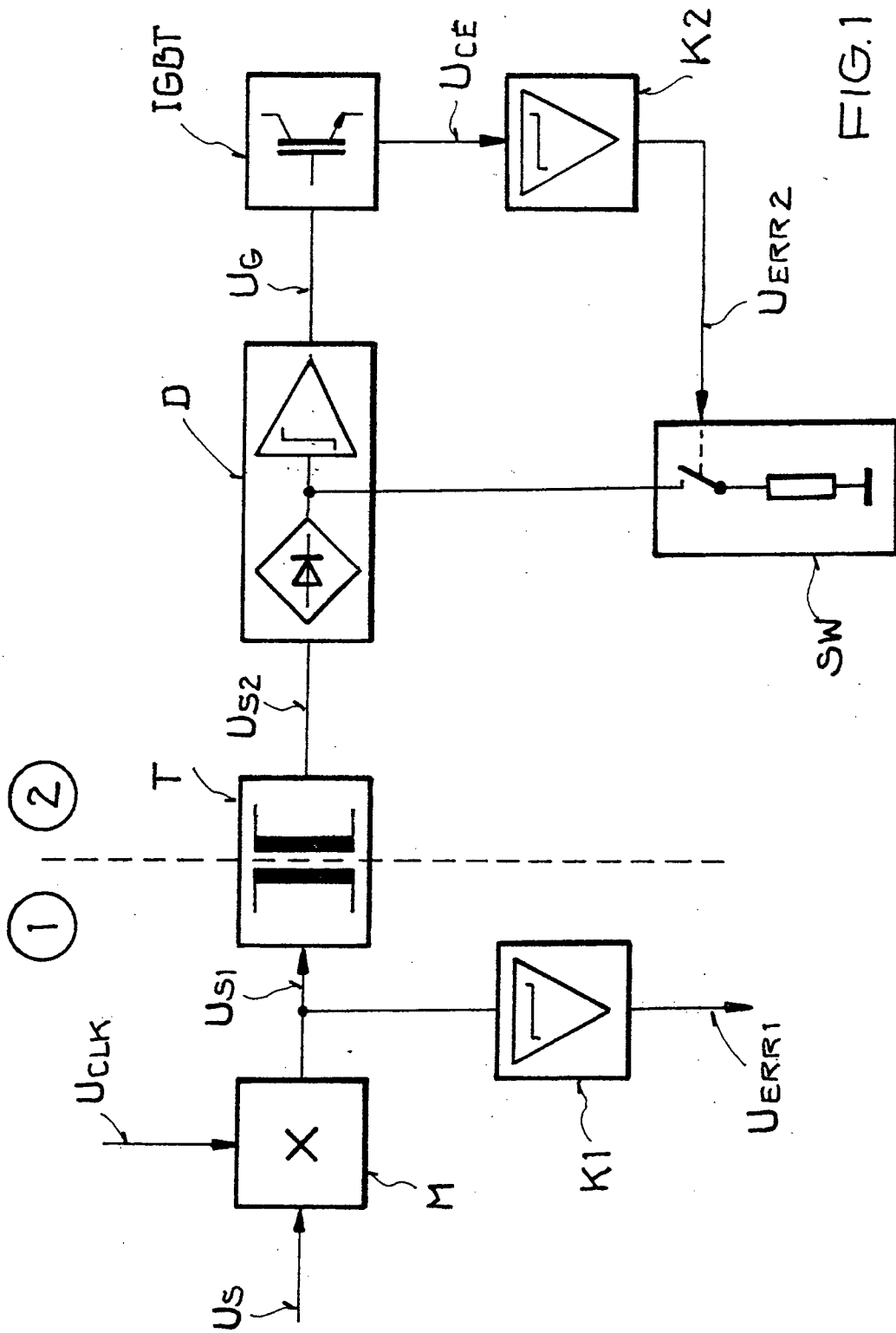


FIG. 1

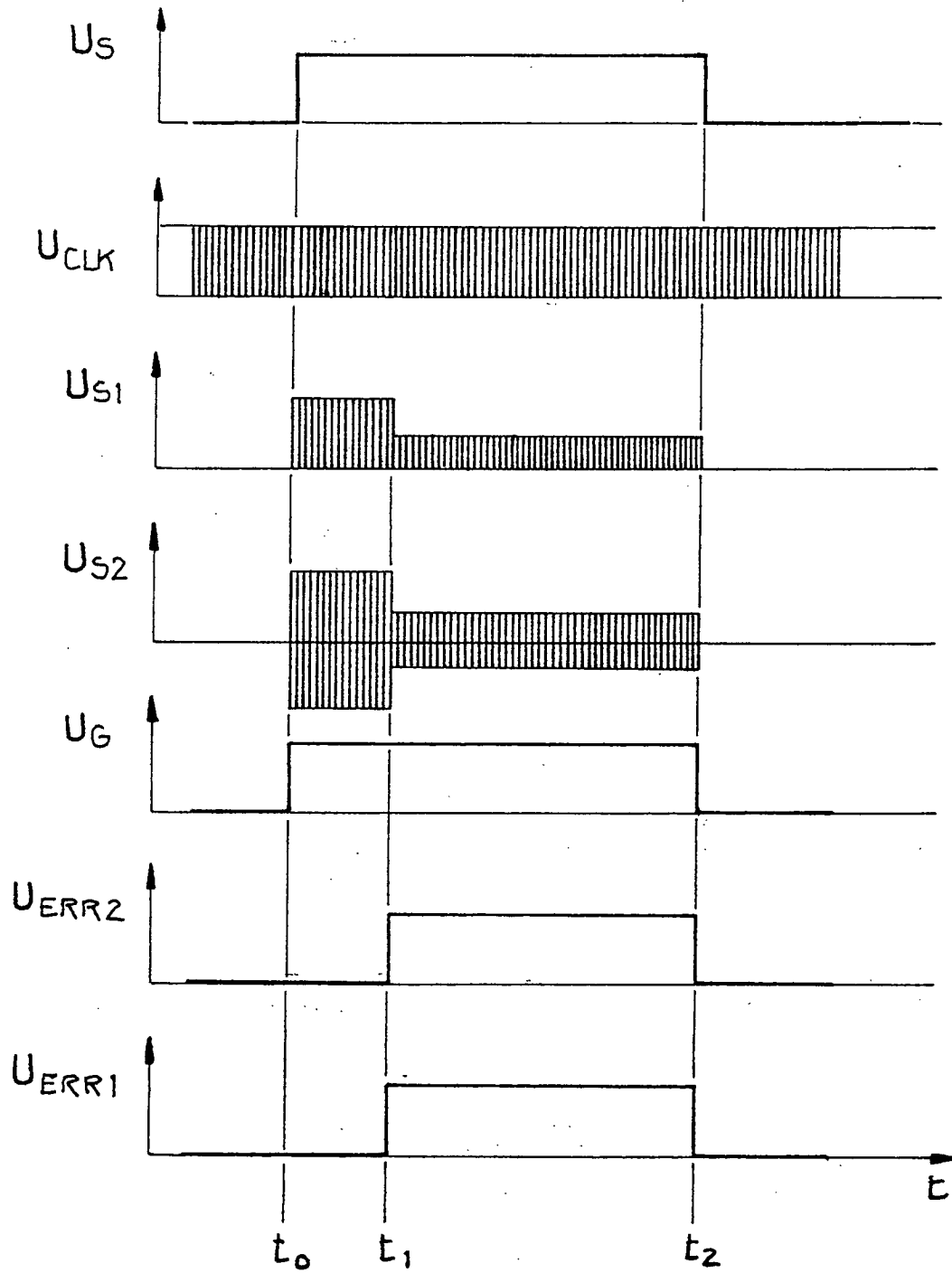


FIG.2