



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 53 980 B4** 2005.06.23

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 53 980.4**
(22) Anmeldetag: **20.11.2002**
(43) Offenlegungstag: **17.06.2004**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **23.06.2005**

(51) Int Cl.7: **H02H 9/02**

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

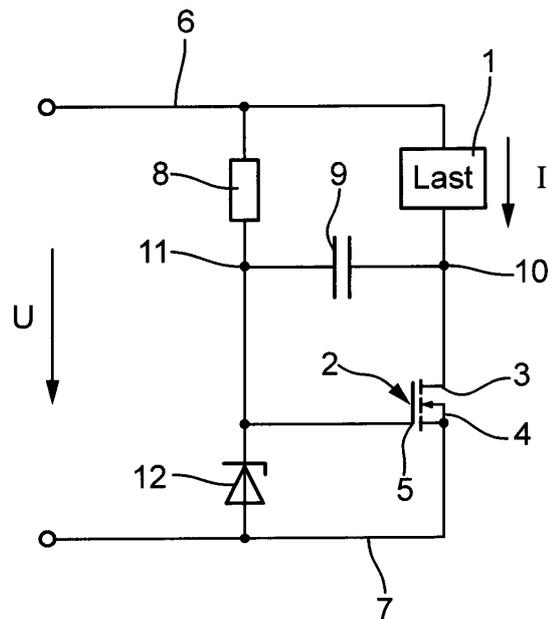
(71) Patentinhaber:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**De Doncker, Rik W., Prof. Dr., Leuven, BE; Jing,
Hu, 52074 Aachen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 40 13 731 A1
DE 39 34 577 A1
DE 39 03 789 A1
DE 22 47 816 A1
EP 09 48 123 A1
JP 05-0 22 853 A

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes**

(57) Hauptanspruch: Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes beim Einschalten eines kapazitiven oder ohmschen Verbrauchers (1) durch einen Leistungsschalter (2) in MOSFET-Technik, wobei der Leistungsschalter (2) zwei Verbraucherstromklemmen (3,4) sowie eine Steuerklemme (5) aufweist und mit einer Verbraucherstromklemme (3) an dem Verbraucher (1) angeschlossen ist, so dass der Leistungsschalter (2) und der Verbraucher (1) in Reihe zueinander und zwischen Stromversorgungsleitungen (6, 7) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kondensator (9) mit seiner ersten Klemme (10) zwischen Verbraucher (1) und Leistungsschalter (2) und mit seiner zweiten Klemme (11) direkt oder über ein elektrisches Bauelement (14) an der Steuerklemme (5) des Leistungsschalters (2) angekoppelt ist und dass parallel zum Verbraucher (1) ein Widerstand (8) angeordnet ist, über den der Kondensator (9) beim Einschalten des Verbrauchers (1) geladen wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes beim Einschalten eines kapazitiven oder ohmschen Verbrauchers durch einen Leistungsschalter in MOSFET-Technik, wobei der Leistungsschalter zwei Verbraucherstromklemmen sowie eine Steuerklemme aufweist und mit einer Verbraucherstromklemme an dem Verbraucher angeschlossen ist, so dass der Leistungsschalter und der Verbraucher in Reihe zueinander und zwischen Stromversorgungsleitungen angeordnet sind.

Stand der Technik

[0002] Beim Einschalten eines kapazitiven oder ohmschen Verbrauchers, insbesondere beim Einschalten eines derartigen Verbrauchers mit einem positiven Temperaturkoeffizienten, tritt ein großer Einschaltstrom auf, dessen Spitzenwert das Mehrfache des zugelassenen Nennstroms im Verbraucher annehmen kann. Zur Begrenzung des Einschaltstromes kann ein zum Verbraucher in Serie geschalteter Widerstand vorgesehen sein, wobei beim Einschaltvorgang der Widerstand einen Teil der Energie aufnimmt und der Widerstand beim Dauerbetrieb überbrückt wird. In der EP 0 948 123 A1 ist ein elektromechanischer Schalter, aus der DE 22 47 816 A1 ist ein Leistungsthyristor und aus der DE 39 03 789 A1 ist ein MOSFET-Leistungsschalter offenbart, wobei diese Leistungsschalter jeweils in Zusammenhang mit Schaltungsanordnungen zur Strombegrenzung vorgesehen sein können.

[0003] Aus der DE 40 13 731 A1 ist eine Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes bei Anschluss einer kapazitiven Last an einer Stromquelle offenbart. In Reihe zum Verbraucher ist ein MOSFET-Leistungsschalter mit dessen Source-Drain-Strecke geschaltet. Diese wirkt solange als Strombegrenzungswiderstand, bis die kapazitive Last auf einen vorgegebenen Wert aufgeladen ist. Danach wird die Source-Drain-Strecke des Leistungsschalters niederohmig durchgeschaltet und verursacht keine nennenswerten Verluste mehr. Die Steuerschaltung enthält dabei einen Bipolar-Transistor, dem die an einem MOSFET-Leistungsschalter abfallende Spannung als Steuerspannung zugeführt wird. Der Verbraucher weist einen Lastwiderstand R_L und einen kapazitiven Lastwiderstandsanteil C_L auf. Bei der offenbarten Schaltung ist neben dem MOSFET-Transistor ein zusätzlicher Bipolar-Transistor notwendig, der bei der Umsetzung als Halbleiterchip einen höheren Aufwand wegen der unterschiedlichen Halbleiter-Transistortechniken erfordert.

[0004] Aus der DE 39 34 577 A1 ist eine Stromversorgungseinrichtung mit Einschaltstrombegrenzung bekannt, die vier Halbleiterschalter aufweist. Die Steuerelektrode des zweiten Halbleiterschalters ist

mit einem Spannungsteiler verbunden, der einen Kondensator aufweist. Wegen der vier Halbleiterschalter ist die Stromversorgungseinrichtung komplex und damit auch teuer.

[0005] Eine weitere Strombegrenzungsschaltung mit zwei ableitertransistoren und vier Dioden ist aus der JP 05022853 A bekannt. Auch hierbei werden mehrere Halbleiterbauelemente erforderlich, die neben der Komplexität der Schaltung auch zu einer erhöhten Ausfallwahrscheinlichkeit der Strombegrenzungsschaltung führen.

Aufgabenstellung

[0006] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes derart weiterzubilden, dass bei einem MOSFET-Leistungsschalter zum Einschalten des Verbrauchers in der Ansteuerschaltung kein zusätzlicher Bipolar-Transistor eingesetzt werden muss.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Danach ist ein Kondensator mit seiner ersten Klemme zwischen Verbraucher und Leistungsschalter und mit seiner zweiten Klemme direkt oder über ein elektrisches Bauelement, insbesondere einen Widerstand, an der Steuerklemme des Leistungsschalters angekoppelt und parallel zum Verbraucher ist ein Widerstand angeordnet, über den der Kondensator beim Einschalten des Verbrauchers geladen wird.

[0008] Die Vorrichtung begrenzt die Stromspitzen beim Einschalten des Verbrauchers zuverlässig, ohne einen großen Aufwand für die Ansteuerung der Steuerklemme (Gate) des MOSFET-Leistungsschalters zu erfordern. Die Vorrichtung ist so vorgesehen, dass eine erste Stromversorgungsleitung mit einer Versorgungsspannung U_{batt} an den Verbraucher angekoppelt ist, während an der anderen Seite des Verbrauchers und in Reihe der MOSFET-Leistungsschalter und daran anschließend eine Stromversorgungsleitung zur Masse einer Batterie angeschlossen ist. Zwischen dem Verbraucher und dem MOSFET-Leistungsschalter ist ein Kondensator mit seiner ersten Klemme angeordnet, der über einen Widerstand parallel zum Verbraucher an der Stromversorgungsleitung zu U_{batt} liegt, wobei der Kondensator zusätzlich über einen weiteren Stromzweig mit der Steuerklemme des MOSFET-Leistungsschalters verbunden ist. Die Ansteuerschaltung des MOSFET-Leistungsschalters besteht in diesem Fall mindestens aus einem Widerstand und einer Kapazität, die parallel zum Verbraucher angeordnet sind.

[0009] Ein Vorteil bei der erfindungsgemäßen Anordnung des Kondensators besteht darin, dass dieser zwischen einer Verbraucherstromklemme (Drain) und der Steuerstromklemme (Gate) des MOS-

FET-Leistungsschalters angeschlossen ist. Die Anordnung des Kondensators verstärkt den sogenannten Miller-Effekt des Leistungsschalters beim Einschalten. Durch den Miller-Effekt wird die Kapazität des Leistungsschalters an den Verbraucherstromklemmen vergrößert, wodurch das Schaltverhalten der Schaltung dynamisch angepasst werden kann. Folglich hat der Kondensator in dieser Anordnung einen großen Einfluss auf den Einschaltvorgang des Leistungsschalters. Die Kapazität des Kondensators kann klein gewählt sein, um einen langen Einschaltvorgang des Leistungsschalters zu erzielen.

[0010] Bei einer ersten Weiterbildung der Erfindung ist zwischen der Verbraucherstromklemme und der Steuerklemme des Leistungsschalters eine Diode angeschlossen, die die Steuerspannung an der Steuerklemme des Leistungsschalters begrenzt. Dazu kann beispielsweise eine Zenerdiode zwischen der Stromversorgungsleitung mit dem Massepotenzial und der Steuerklemme so angeordnet sein, dass die Zenerdiode die Spannung am Gate auf Ihre Durchbruchspannung im stationären Zustand begrenzt. Bevorzugt kann die Zenerdiode mit dem parallel zum Verbraucher liegenden Widerstand als Spannungsteiler für die Gateansteuerung des MOSFET-Leistungsschalters dienen.

[0011] Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist parallel zum Verbraucher ein Widerstand angeordnet, über den der Kondensator beim Einschalten des Verbrauchers geladen wird. Wird die Vorrichtung durch Anschluss beider Stromversorgungsleitungen an einer Verkehrsmittel-Batterie mit Spannung versorgt, lädt sich der Kondensator C durch den parallel zum Verbraucher liegenden Widerstand auf, wobei der Strom durch den geöffneten MOSFET-Leistungsschalter fließt. Die Gate-Source-Spannung, d.h. die Spannung zwischen der Steuerklemme und der Verbraucherstromklemme des MOSFET-Leistungsschalters steigt langsam von Null auf einen Endwert, bei dem die Durchbruchspannung der Zenerdiode, die parallel zum MOSFET-Leistungsschalter angeordnet ist, durchlässig wird. Das langsame Ansteigen der Gate-Source-Spannung am MOSFET-Leistungsschalter bewirkt zugleich ein langsames Einschalten des Verbrauchers, wobei der Kanalwiderstand zwischen den beiden Verbraucherstromklemmen am Leistungsschalter von einem Maximum langsam gegen den Durchlasswiderstand absinkt. Der Einschaltstrom des Verbrauchers wird erfindungsgemäß zunächst durch den langsam abfallenden Kanalwiderstand begrenzt. Nachdem der MOSFET-Leistungsschalter langsam eingeschaltet hat, stellt sich ein geringer Kanalwiderstand zwischen den beiden Verbraucherstromklemmen (Drain, Source) ein. Die Verluste am MOSFET-Leistungsschalter sind Bauelement bedingt sehr gering und der Wirkungsgrad des Gesamtsystems wird dadurch maximiert.

[0012] Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist parallel zur Diode ein Schalter angeordnet, um die Klemmen der Dioden kurzschließen zu können. Durch den parallel zur Zenerdiode angeordneten Schalter kann beim Ein- und Abschalten des Verbrauchers die Strombegrenzung erhalten bleiben, da die Zenerdiode mit deren Klemmen kurzgeschlossen wird und so der Steueranschluss des Leistungsschalters auf Masse liegt. Der Schalter kann ein diskreter Schalter sein. Es kann sich dabei aber auch um eine der Endstufe vorgelagerte Halbleiterschaltung handeln, welche das Ein- und Ausschaltsignal ausgibt. Muss der Verbraucher eingeschaltet werden, wird der parallel zur Zenerdiode angeordnete Schalter geöffnet. Beim Abschalten des Verbrauchers wird dann der Schalter geschlossen. Die Gate-Source-Spannung liegt dann auf Null Potenzial. Der MOSFET-Leistungsschalter sperrt und der Verbraucher wird dadurch abgeschaltet. Der Kondensator wird daraufhin durch den Verbraucher und den Schalter umgeladen. Wenn der Umladestrom des Kondensators eine zulässige Grenze nicht übersteigen darf, kann zusätzlich ein weiterer Widerstand zwischen dem Kondensator und der Parallelschaltung aus Zenerdiode und Schalter angeordnet sein. Dadurch wird der Umladestrom beim Abschalten des Verbrauchers verringert. Die Ansteuerungsschaltung des MOSFET-Leistungsschalters besteht aus einer antiparallel zwischen einer Verbraucherstromklemme des Leistungsschalters und der Steuerklemme des Leistungsschalters angeordneten Diode, einem ebenfalls mit der Steuerklemme des Leistungsschalters verbundenen Kondensator, dessen andere Klemme zwischen Verbraucher und Leistungsschalter angeordnet ist. Zwischen dem positiven Batteriepotenzial und einer Klemme des Kondensators ist ein parallel zum Verbraucher angeordneter Widerstand vorgesehen.

[0013] Die Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes kann beispielsweise bei Systemkomponenten in Kraftfahrzeugen bei einem 42 Volt-Bordnetz eingesetzt werden. Die Vorrichtung kann Bestandteil eines DC/DC-Wandlers sein. Dieser Gleichrichter ist beispielsweise dazu geeignet, aus einer höheren Batteriespannung eine Gleichspannung mit geringerem positiven Batteriepotenzial zu erzeugen.

Ausführungsbeispiel

[0014] Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die untergeordneten Ansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung einer Ausführungsform zu verweisen. In der Zeichnung ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt. Es zeigen jeweils in schematischer Darstellung,

[0015] [Fig. 1](#) ein Schaltbild der Vorrichtung zur Be-

grenzung des Einschaltstromes gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0016] [Fig. 2](#) ein Schaltbild der Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

[0017] [Fig. 3](#) ein Schaltbild der Vorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0018] In [Fig. 1](#) ist die Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes beim Einschalten eines kapazitiven oder ohmschen Verbrauchers **1** durch einen Leistungsschalter **2** in MOSFET-Technik dargestellt. Der Leistungsschalter **2** weist zwei Verbraucherstromklemmen **3, 4** und eine Steuerklemme **5** auf. Ein positives Spannungspotenzial U liegt über eine Stromversorgungsleitung **6** am Verbraucher **1** an, der wiederum in Reihe zum Leistungsschalter **2** angeordnet ist. Die Verbraucherstromklemme **4** des Leistungsschalters **2** ist über die Stromversorgungsleitung **7** mit dem Massepotenzial verbunden. Parallel zum Verbraucher **1** und zwischen der Stromversorgungsleitung **6** ist ein Widerstand **8** und der Kondensator **9** derart angeordnet, dass eine Klemme **10** des Kondensators zwischen dem Verbraucher **1** und der Verbraucherstromklemme **3** des Leistungsschalters **2** angekoppelt ist. Die zweite Klemme **11** des Kondensators ist direkt, ohne Ankopplung an eine der Stromversorgungsleitungen **6, 7**, mit der Steuerklemme **5** des Leistungsschalters **2** verbunden. Ebenfalls mit der Steuerklemme **5** des Leistungsschalters **2** ist eine antiparallel angeordnete Zenerdiode **12** verbunden, deren andere Klemme an der Stromversorgungsleitung **7** angeschlossen ist.

[0019] Beim Einschalten des Verbrauchers **1**, durch Anlegen der Spannung U an den Stromversorgungsleitungen **6, 7** oder durch eine Ansteuerung des MOSFET-Leistungsschalters **2** über dessen Steuerklemme beginnt der Strom durch den Leistungsschalter **2** zu fließen.

[0020] Gleichzeitig fließt der Strom parallel durch den Verbraucher **1** und durch den Widerstand **8**, wodurch der Kondensator **9** aufgeladen wird. Durch das Aufladen des Kondensators **9** steigt der Spannungsabfall über dem Kondensator **9** an, wodurch auch die Spannung zwischen Steuerklemme **5** und Verbraucherstromklemme **3** des Leistungsschalters **2** ansteigt, bis die Durchbruchspannung der Zenerdiode **12** erreicht ist. Während des geschilderten Vorgangs nimmt der Strom durch den Verbraucher **1** und den Leistungsschalter **2** langsam zu. Ist die Durchbruchspannung der Diode **12** erreicht, wird das Steuerpotenzial an der Steuerklemme **5** des Leistungsschalters **2** auf Massepotenzial bzw. Durchlasspotenzial der Diode **12** gelegt, so dass der Nennstrom des Verbrauchers **1** fließen kann.

[0021] In der in [Fig. 2](#) gezeigten Ausführungsform der Vorrichtung ist parallel zur Diode **12** ein weiterer elektrischer Schalter **13** angeordnet. Der Schalter **13** wird beim Abschalten des Verbrauchers **1** geschlossen. Die Spannung zwischen der Steuerklemme **5** und der Verbraucherstromklemme **4** (Source) fällt dann auf Null Volt, so dass der Leistungsschalter **2** sperrt und der Verbraucher **1** abgeschaltet wird. Der Kondensator **9** wird durch den Verbraucher **1** und den Schalter **13** umgeladen. Wenn der Umladestrom des Kondensators **9** für den Schalter **13** begrenzt werden muss, kann entsprechend der Darstellung in [Fig. 3](#) ein weiterer Widerstand **14** zwischen Kondensator **9** und der Steuerklemme **5** des Leistungsschalters **2** angeordnet sein, so dass der Strom durch den geschlossenen Schalter **13** begrenzt wird.

[0022] Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung wird der Einschaltstrom begrenzt. Die Vorrichtung stellt eine einfache Schaltung mit hoher Zuverlässigkeit zur Verfügung. Die Erfindung eignet sich beispielsweise zur Anwendung bei Strommodulen, Leistungsmodulen bzw. Lampen zum Einsatz bei Verkehrsmitteln. Dazu gehören Flugzeuge, Schiffe und Kraftfahrzeuge jeder Art.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Begrenzung des Einschaltstromes beim Einschalten eines kapazitiven oder ohmschen Verbrauchers (**1**) durch einen Leistungsschalter (**2**) in MOSFET-Technik, wobei der Leistungsschalter (**2**) zwei Verbraucherstromklemmen (**3,4**) sowie eine Steuerklemme (**5**) aufweist und mit einer Verbraucherstromklemme (**3**) an dem Verbraucher (**1**) angeschlossen ist, so dass der Leistungsschalter (**2**) und der Verbraucher (**1**) in Reihe zueinander und zwischen Stromversorgungsleitungen (**6, 7**) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Kondensator (**9**) mit seiner ersten Klemme (**10**) zwischen Verbraucher (**1**) und Leistungsschalter (**2**) und mit seiner zweiten Klemme (**11**) direkt oder über ein elektrisches Bauelement (**14**) an der Steuerklemme (**5**) des Leistungsschalters (**2**) angekoppelt ist und dass parallel zum Verbraucher (**1**) ein Widerstand (**8**) angeordnet ist, über den der Kondensator (**9**) beim Einschalten des Verbrauchers (**1**) geladen wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Verbraucherstromklemme (**4**) und der Steuerklemme (**5**) des Leistungsschalters (**2**) eine Diode (**12**) oder Zenerdiode angeschlossen ist, die die Steuerspannung an der Steuerklemme (**5**) des Leistungsschalters (**2**) begrenzt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass parallel zur Diode (**12**) ein Schalter (**13**) angeordnet ist, um die Klemmen der Diode (**12**) kurzschließen zu können.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

