



(10) **DE 10 2010 038 623 A1** 2012.02.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 038 623.5**

(22) Anmeldetag: **29.07.2010**

(43) Offenlegungstag: **02.02.2012**

(51) Int Cl.: **H03K 17/16 (2006.01)**

**H03K 17/567 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE**

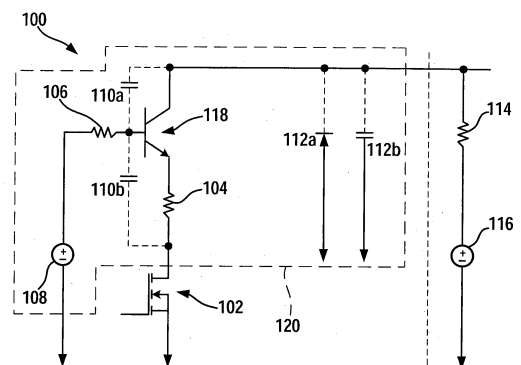
(72) Erfinder:

**Koehler, Ingo, 71634, Ludwigsburg, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Schaltungsanordnung und Verfahren zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale**

(57) Zusammenfassung: Eine Schaltungsanordnung (100) zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale, aufweisend eine Spannungsquelle (116) und ein Schaltelement (102), verbunden mit der Spannungsquelle (116) und eingerichtet zum Schalten der Spannungsquelle (116), wobei die Schaltanordnung (100) weiterhin eine Begrenzungseinheit (120) aufweist, wobei die Begrenzungseinheit (120) funktional zwischen dem Schaltelement (102) und der Spannungsquelle (116) angeordnet ist und wobei die Begrenzungseinheit (120) eingerichtet ist, bei einem Schaltvorgang der Spannungsquelle (116) unter Verwendung des Schaltelements (102) eine Stromstärke und/oder eine Flankensteilheit eines elektrischen Signals zu begrenzen.



**Beschreibung**

## Stand der Technik

**[0001]** Die vorliegende Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung bzw. einem Verfahren zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale nach Gattung der unabhängigen Ansprüche.

**[0002]** Elektrische Schaltelemente, wie zum Beispiel Treiberbausteine, weisen meist eine feste, nicht veränderbare Flankensteilheit auf, die für einen gewünschten Anwendungsfall nicht optimal auf diesen angepasst sein mag. Zum Beispiel mag es beim Einsatz von Standardbausteinen bzw. -baugruppen oder -bauelementen nicht immer möglich sein, einen internen Ansteuerstrom des jeweiligen Standardelementes zu beeinflussen. Auch eine vorgegebene Kurzschlussstrombegrenzung, insofern ein verwendetes Schaltelement über eine solche verfügt, mag nicht immer optimal auf einen speziellen, gewünschten Anwendungsfall angepasst sein.

**[0003]** Eine zu hohe Flankensteilheit eines Schaltvorgangs bzw. getaktete Signale mögen unter anderem EMV-Emissionsgrenzwerte (elektromagnetische Verträglichkeit) überschreiten, diese somit verletzen.

**[0004]** Weiterhin mag eine zu hoch angesetzte oder gar fehlende Strombegrenzung in einem Fehlerfall, beispielsweise in einem Kurzschlusszustand, eine Überlastung eines Bauteils bzw. einer Baugruppe hervorrufen und diese hierdurch potentiell beschädigen oder gar zerstören.

## Offenbarung der Erfindung

**[0005]** Demgemäß wird eine Schaltungsanordnung zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale bereitgestellt, aufweisend eine Spannungsquelle und ein Schaltelement, welches mit der Spannungsquelle verbunden ist und welches zum Schalten der Spannungsquelle eingerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung weiterhin eine Begrenzungseinheit aufweist, wobei die Begrenzungseinheit funktional zwischen dem Schaltelement und der Spannungsquelle angeordnet ist und wobei die Begrenzungseinheit eingerichtet ist, bei einem Schaltvorgang der Spannungsquelle unter Verwendung des Schaltelements eine Stromstärke und/oder eine Flankensteilheit eines elektrischen Signals zu begrenzen.

**[0006]** Die Schaltungsanordnung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche mag einerseits eine Strombegrenzung und andererseits eine Flankenbegrenzung bereitstellen. Die Schaltungsanordnung mag insbesondere mit wenigen Standardbauelementen realisiert werden, mag somit kostengünstig und

mit geringem Platzbedarf, beispielsweise auf einer Leiterplatte realisiert werden. Bekannte Treiberschaltungen mögen insbesondere ohne größere Systemeingriffe um eine Schaltungsanordnung zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit gemäß der vorliegenden Erfindung erweitert werden. Dies mag insbesondere dadurch realisiert sein, dass interne Ansteuersignale einer Treiberschaltung nicht beeinflusst werden müssen.

**[0007]** Die Begrenzung von Kurzschlussstrom und Flankensteilheit für einen gewünschten Anwendungsfall mag durch eine Wahl geeigneter Bauteilwerte der Schaltungsanordnung leicht parametrisierbar auf den gewünschten Anwendungsfall adaptierbar sein. Ein fertig entwickeltes Standardlayout einer elektronischen Schaltung mag an einen bestimmten Anwendungsfall durch einfaches Umbestücken der jeweiligen Bauteilwerte an die gewünschten Erfordernisse anpassbar sein. Somit mag ein gewünschter Kurzschlussstrom bzw. eine geforderte Flankensteilheit und somit ein EMV-Grenzwert einfach und flexibel durch Auswahl der Bauteilwerte eingestellt werden können.

**[0008]** Durch eine solche Flexibilität, beispielsweise bei einer durchzuführenden EMV-Optimierung, mag eine auftretende Flankensteilheit sehr schnell und auf einfache Weise an eine geforderte Flankensteilheit angepasst werden. Es mag somit insbesondere nicht notwendig sein, eine bereits bestehende bzw. entwickelte schaltende Baugruppe umfangreich umzugestalten, um einem geänderten EMV-Emissionsgrenzwert für eine neue Anwendung zu entsprechen. Somit mag eine langwierige bzw. kosten- und risikobehaftete Überarbeitung einer schaltenden Baugruppe entfallen.

**[0009]** Die Schaltungsanordnung mag jedoch gleichfalls selbst als Treiberstufe einsetzbar sein, so dass diese zum Beispiel platzsparend bzw. kostensparend direkt über ein Logiksignal ansteuerbar ist.

**[0010]** Insbesondere mag die Schaltungsanordnung eine gezielte Beeinflussung einer steilen fallenden Signalflanke an Low-Side-Ausgängen bereitstellen, ohne eine steigende Signalflanke zu verschleifen. Weiterhin mag die Schaltungsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung einen geringen Spannungsabfall im eingeschalteten Zustand des Schaltelements an diesem bereitstellen.

**[0011]** Die Schaltungsanordnung der vorliegenden Erfindung mag im allgemeinen zusammen mit einem Schaltelement, beispielsweise realisiert als ein Open-Collector-Ausgang, ein Open-Drain-Ausgang oder ein Relais, eingesetzt werden. Insbesondere mag sie eine Stromstärke und/oder Flankensteilheitsbegrenzung sowohl für langsam veränderliche als auch für getaktete Signale bereitstellen.

[0012] Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im unabhängigen Anspruch angegebenen Vorrichtung möglich.

[0013] Besonders vorteilhaft mag es sein, die Stromstärke und/oder die Flankensteilheit der Ausgangsspannung der Spannungsquelle zu begrenzen. Aufgrund der hiermit einhergehenden, möglicherweise großen Amplituden mag eine auf die Spannungsquelle wirkende Begrenzungseinheit besonders geeignet sein, geforderte EMV-Grenzwerte einzuhalten.

[0014] Zwischen Begrenzungselement und Spannungsquelle mag weiterhin ein kapazitives Element und/oder ein Diodenelement angeordnet sein, welches parallel zu Schaltelement, Begrenzungselement und Spannungsquelle angeordnet ist.

[0015] Durch ein derartiges Element mag eine Flankensteilheit weiterhin verbessert einstellbar sein, gleichzeitig mag es als eine Schutzschaltung oder ein Schutzelement für das Begrenzungselement dienen.

[0016] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0017] Es zeigen:

[0018] [Fig. 1](#) eine erste exemplarische Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0019] [Fig. 2](#) eine weitere exemplarische Ausgestaltung einer Schaltungsanordnung zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0020] [Fig. 3](#) eine exemplarische Ausgestaltung einer Schaltungsanordnung zur Begrenzung einer Flankensteilheit eines elektrischen Signals gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0021] [Fig. 4](#) einen beispielhaften Signalverlauf der Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 1](#); und

[0022] [Fig. 5](#) eine exemplarische Ausführungsform eines Verfahrens zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale gemäß der vorliegenden Erfindung.

#### Ausführungsformen der Erfindung

[0023] [Fig. 1](#) zeigt eine erste exemplarische Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0024] Die Schaltungsanordnung **100** besteht hierbei exemplarisch aus einem npn-Transistor **118**, dessen Basis an ein festes Potential **108** angebunden ist. Die Anbindung mag beispielsweise über den Widerstand **106** oder aber über einen Spannungsteiler erfolgen. Der Emitter des Elementes **118** ist über ein widerstandsbehaftetes Bauteil **104** mit dem Schaltelement **102** verbunden. Das Schaltelement **102** ist das Element in Zusammenschau mit widerstandsbehaftetem Element **114** und Spannungsquelle **116**, welches um die Strom- und/oder Flankensteilheitsbegrenzung unter Verwendung der Begrenzungseinheit **120** erweitert werden soll.

[0025] Optional mag an der Basis des Begrenzungselementes **118** der Begrenzungseinheit **120** der Schaltungsanordnung **100** ein kapazitives Element **110a, b** vorgesehen sein. Das kapazitive Element **110a** mag hierbei zwischen Basis und Kollektor des Transistorelementes **118**, das kapazitive Element **110b** zwischen Basis und Emitter angebunden sein. Der Kollektoranschluss des Transistorelementes **118** mag den Ausgang der Schaltungsanordnung darstellen, in [Fig. 1](#) exemplarisch über ein widerstandsbehaftetes Element **114** mit der Spannungsquelle **116** verbunden.

[0026] Weiterhin mögen kapazitive Elemente **112a, b** am Schaltungsausgang vorhanden bzw. angeordnet sein. Kapazitives Element **112b** mag beispielsweise als ein Kondensator, kapazitives Element **112a** beispielsweise als eine ESD-Diode ausgebildet sein. Im Falle, dass eine ESD-Diode vorgesehen ist, mag diese, abhängig von der Ausgestaltung der Schaltungsanordnung **100**, gleichzeitig eingerichtet sein, die Basisemitterdiode des Transistorelementes **118**, beispielsweise im Falle eines npn-Transistors **118** vor einem Durchbruch in einem Verpolungsfall zu schützen.

[0027] Der elektrische Widerstand des Elementes **114** mag vorteilhafterweise deutlich größer als derjenige des elektrischen Widerstandes des Elements **104** sein. Hierdurch ergibt sich bei eingeschaltetem Schaltelement **102** nur eine geringe Spannung am Schaltungsausgang. Bevorzugt ist ein Verhältnis von 10:1 bzw. größer als 10:1. Somit ergibt sich eine bei eingeschaltetem Schaltelement am Ausgang abfallende Spannung, ohne Berücksichtigung eines geringen Spannungsfalls über den Elementen **118** und **102**, weniger als 10% des Wertes der Spannungsquelle **116**.

[0028] Als Schaltelement **102** mag beispielsweise ein Transistorelement, ein Relaiselement, ein Schaltkontakt zum Einsatz kommen.

[0029] Die Funktionsweise der Flankensteilheitsbegrenzung der Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 1](#) ergibt sich wie folgt: Ohne die Begrenzungseinheit

**120**, welche letztendlich jedes Element außer Schaltelement **102**, Widerstandselement **114** sowie Spannungsquelle **116** umfasst, abhängig von ihrer jeweiligen Ausgestaltung und den somit vorgesehenen gegebenenfalls optionalen Elementen, mag sich beim Einschalten des Schaltelementes **102** eine steile fallende Spannungsflanke am Ausgang der Schaltungsanordnung **100** ergeben, da dieser relativ niederohmig, direkt über Schaltelement **102**, auf niedriges Potential gezogen wird. Diejenige Flanke, welche beim Abschalten des Schaltelementes **102** entsteht, verläuft durch den elektrischen Widerstand des Widerstandselementes **114** in Verbindung mit der am Ausgang vorhandenen Kapazität deutlich flacher. Die Ausgangskapazität mag dabei entweder als kapazitätsbehaftetes Bauteil oder auch nur als parasitäre Kapazität vorliegen.

**[0030]** Ziel einer Begrenzung der Flankensteilheit mag also insbesondere sein, speziell die fallende Flanke des Ausgangssignals abzuflachen, ohne hierbei jedoch die steigende Flanke zu stark zu verschleifen, so dass insbesondere Signalintegrität gewahrt bleiben mag.

**[0031]** Das Einschalten des Schaltelementes **102** bewirkt ein Absinken des Emitterpotentials des Begrenzungselementes **118**, so dass das Begrenzungselement **118** ebenfalls einschaltet. Parasitäre Kapazitäten und gegebenenfalls vorhandene kapazitive Bauelemente **112a, b** entladen sich nun über Begrenzungselement **118**, Widerstandselement **104** und Schaltelement **102**. Hierdurch entsteht ein Spannungsabfall an Widerstandselement **104** sowie Schaltelement **102**. Dieser Spannungsabfall wiederum führt zu einer Verkleinerung der zur Verfügung stehenden Basisemitterspannung des Begrenzungselementes **118**, somit zu einer Stromgegenkopplung. Hieraus resultiert eine Abschnürung von Begrenzungselement **118**, somit eine Begrenzung des Entladestroms. Die fallende Flanke am Ausgang verläuft durch diese Begrenzung flacher.

**[0032]** Beim Ausschalten des Schaltelementes **102** werden parasitäre Kapazitäten und optional vorhandene kapazitive Bauelemente **112a, b** über das Widerstandselement **114** vergleichsweise langsam aufgeladen. Einen derartigen Ladestrom jedoch begrenzt die Begrenzungseinheit **120** nicht, so dass die ohnehin bereits flache steigende Flanke am Ausgang nicht zusätzlich verschliffen wird.

**[0033]** Bei Verwendung eines optionalen kapazitiven Bauteils **110a, b** mag sich die fallende Flanke bei Bedarf zusätzlich verschleifen lassen.

**[0034]** Element **110a** mag insbesondere eine künstliche Vergrößerung einer Millerkapazität des Begrenzungselementes **118** darstellen, wodurch dieses langsamer schaltet. Beim Einschalten des Schaltele-

mentes **102** beginnt auch Begrenzungselement **118** zu leiten, wodurch das Potential an dessen Kollektor abzusinken beginnt. Durch eine kapazitive Kopplung des Kollektors an die Basis, durch kapazitives Element **110a**, wirkt dies wiederum der Aufsteuerung von Element **118** entgegen, so dass sich das Einschalten von Begrenzungselement **118** verlangsamt. Der Einschaltvorgang ist erst abgeschlossen, nachdem kapazitives Element **110a** vollständig umgeladen ist.

**[0035]** Die zusätzliche Kapazität mag zwar auch beim Abschalten des Schaltelementes **102** umgeladen werden. Die steigende Flanke am Ausgang mag dadurch trotzdem nur geringfügig beeinflusst werden, da in der Praxis bereits relativ geringe Kapazitätswerte für das kapazitive Element **110a** ausreichen mögen.

**[0036]** Die bevorzugten, jedoch nicht ausschließlichen, Werte bzw. Wertebereiche der einzelnen Elemente können wie nachfolgend dargestellt angenommen werden:

Spannungsquelle **116**: 1 V bis 50 V;

Element **112b**: 10 pF bis 100 nF;

Element **112a**: Zenerspannung < 60 V;

Element **118, 102**: entsprechend gefordertem Begrenzungsstrom auszuwählen, typisch 0,1 mA bis 100 mA, bei Leistungsausgängen auch > 1 A;

Element **104**: wird bevorzugt derart ausgewählt, dass bei Begrenzungsstrom ein für die Gegenkopplung ausreichender Spannungsfall anliegt (etwa im Bereich 0,5 V bis 3 V).

Element **114**: Faktor 10 > als Element **104**, so dass beim Schalten von Element **102** ein sinnvoller Spannungsunterschied am Ausgang auftritt;

Element **108**: Mindestwert ca. 2 × Basis-Emitter-Spannung von Element **118**, bei Bipolartransistor somit mindestens ca. 1,2 V. Maximalwert deutlich kleiner als

Element **116**, damit eine Begrenzung der fallenden Flanke bzw. des Stromes im Kurzschlussfall gegeben ist. Beispielsweise ist die Spannung von Element **108** ca. im Bereich 1:5 bis 1:20 kleiner als die Spannung von Element **116**;

Element **106** wird verwendet zur Begrenzung des Basisstroms von Element **118**. Typischerweise wählt man den Basisstrom ca. 10× bis 200× < als den Begrenzungsstrom der Schaltung. Der Faktor (10 bis 200) hängt von der Stromverstärkung des gewählten Transistors ab;

Elemente **110a, 110b**: 10pF bis 22 nF. Soll ein Verschleifen der steigenden Flanke vermieden werden, wird für Element **110a** tendenziell ein Wert im unteren Bereich eingesetzt werden, also allgemein ein kleinerer Wert als für Element **112b**.

**[0037]** Das optionale kapazitive Element **110b** mag gleichfalls zur Verlangsamung des Einschaltvorgangs von Begrenzungselement **118** verwendet werden. Sobald Schaltelement **102** einschaltet, somit in

leitendem Zustand ist, wird die Basis des Elements **118** kapazitiv nach Masse gezogen, so dass Element **118** zunächst sperrt. Erst durch Umladen von Element **110b** über Widerstandselement **106** beginnt Begrenzungselement **118** zu leiten.

**[0038]** Die Funktionsweise einer Strombegrenzung der Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 1](#) stellt sich wie folgt dar. Bei eingeschaltetem Element **102** fließt der Strom in der Ausgangsleitung zu einem Spannungsabfall an Widerstandselement **104**. Im regulären Betrieb ist dieser Spannungsabfall jedoch so klein, dass die Basisemitterspannung an Begrenzungselement **118** ausreicht, das Element **118** selbst, beispielsweise bei Einsatz eines Transistors, aufzusteuern, vorteilhafterweise jedoch nicht zwingend in die Sättigung. Wird die Ausgangsleitung nun niederohmig mit positivem Potential verbunden, beispielsweise in einem Kurzschlussfall, so steigt der Strom in der Ausgangsleitung nur so weit an, bis der Spannungsabfall an widerstandsbehaftetem Element **104** und Schaltelement **102** so groß ist, dass die Basisemitterspannung des Begrenzungselementes **118** nicht mehr ausreicht, den Transistor voll aufzusteuern. Der Spannungsabfall über die Kollektoremitterstrecke des Begrenzungselementes **118** steigt somit an, der Strom in der Ausgangsleitung wird begrenzt. In diesem Betriebsfall mag eine ausreichende Leistungsabfuhr, somit eine Kühlung des Begrenzungselementes **118** notwendig sein.

**[0039]** Die Ausgangsspannung der Spannungsquelle **116** mag insbesondere als die Spannung der Reihenschaltung der Spannungsquelle **116** sowie des Widerstandselements **114** angenommen werden.

**[0040]** Weiter Bezug nehmend auf [Fig. 2](#) wird eine weitere exemplarische Ausgestaltung einer Schaltungsanordnung zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt.

**[0041]** Alternativ zu einer Reihenschaltung von Begrenzungseinheit und Schaltelement **102**, wie in [Fig. 1](#) dargestellt, mag auch eine Parallelschaltung von Begrenzungselement **118** und Schaltelement **102** realisiert sein. Das Schaltelement **102** steuert hierbei das Begrenzungselement **118** an dessen Basis an, das Ausgangssignal wird dadurch invertiert.

**[0042]** Optional mag die Stromverstärkung des Begrenzungselementes **118** verwendet werden, so dass für Schaltelement **102** ein Schaltelement mit geringer Leistung einsetzbar ist. Hierbei mag beispielsweise eine direkte Ansteuerung von Begrenzungselement **118** aus einem Open-Drain-Ausgang eines Microcontrollers möglich sein. Hierdurch mag eine eigene Verstärkerstufe einsparbar sein.

**[0043]** Die Funktionsweise der Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 2](#) ist analog zur Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 1](#).

**[0044]** Wird als Schaltelement **102** ein MOSFET verwendet, so mag dessen parasitäre Bodydiode die Basisemitterdiode des Begrenzungselementes **118** vor einem Durchbruch bei Verpolung der Schaltung schützen. In diesem Fall muss die Bodydiode jedoch eine ausreichend hohe Stromtragfähigkeit aufweisen.

**[0045]** Weiter Bezug nehmend auf [Fig. 3](#) wird eine exemplarische Ausgestaltung einer Schaltungsanordnung zur Begrenzung einer Flankensteilheit eines elektrischen Signals gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt.

**[0046]** Die Schaltungsanordnung gemäß [Fig. 3](#) mag insbesondere als eine reine Flankenbegrenzung aufgefasst werden. Bei ausgeschaltetem Schaltelement **102** wird das kapazitive Element **302** über Widerstandselement **106**, Begrenzungselement **118** und Widerstandselement **114** auf das Potential von Spannungsquelle **116** geladen. Wenn Schaltelement **102** nun einschaltet, ist Begrenzungselement **118** zunächst gesperrt. Nun entlädt sich kapazitives Element **302** über Widerstandselement **300** und Schaltelement **102**, so dass das Basispotential von Begrenzungselement **118** langsam absinkt. Dieses beginnt zu leiten, und der Ausgangsspannungspegel folgt dem Verlauf der Basisspannung von Begrenzungselement **118**. Sobald Schaltelement **102** wieder abschaltet, wird kapazitives Element **302** über Widerstandselement **106**, Begrenzungselement **118** und Widerstandselement **114** geladen, wodurch das Ausgangspotential wieder auf den Wert der Spannungsquelle **116** ansteigt. Ist ein Element **112a, b** vorhanden, mag die Kapazität von kapazitivem Element **302** klein gegenüber der Kapazität eines Elementes **112a, b** gewählt werden, wodurch die steigende Flanke der Schaltungsanordnung nur geringfügig beeinflusst wird.

**[0047]** Im Einschaltmoment von Element **102** mag am Schaltungsausgang insbesondere das Verhalten einer gesteuerten Flanke realisiert sein.

**[0048]** Für die Schaltungsanordnungen der [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) mag weiterhin eine variable Strombegrenzung implementierbar sein. Hierzu wäre das Begrenzungselement **118** basisseitig an ein variables Potential anzubinden. Die Höhe dieses Potentials mag die Strombegrenzung einstellen können.

**[0049]** Der exemplarisch dargestellte Bipolartransistor für Begrenzungselement **118** mag in allen Schaltungsanordnungen der [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) alternativ auch durch andere Transistortypen, beispielsweise MOSFET oder JFET, als Operationsverstärker oder Röhrenelement ausgeführt sein. Die Anschlüsse sind

dann entsprechend des eingesetzten Bauelements zu wählen.

**[0050]** Im Falle, dass in den Schaltungsanordnungen der **Fig. 1** bis **Fig. 2** ein selbstleitender n-Kanal FET für Begrenzungselement **118** gewählt wird, mag dessen Gateanbindung beispielsweise auch an Massepotential erfolgen, so dass keine Hilfsspannung erforderlich sein mag.

**[0051]** Fehlt das Schaltelement **102** in der Schaltungsanordnung gemäß **Fig. 2** oder wird durch einen Kurzschluss in der Schaltungsanordnung gemäß Variante **1** ersetzt, so ergibt sich in den jeweiligen Schaltungsanordnungen eine reine Strombegrenzerschaltungsanordnung.

**[0052]** Alle Schaltungsanordnungen können abweichend von den in den Figuren dargestellten, auch schematisch zu verstehenden, Implementierungen ganz – oder teilweise auch in integrierter Form Verwendung finden.

**[0053]** **Fig. 4** zeigt einen beispielhaften Signalverlauf der Schaltungsanordnung gemäß **Fig. 1**.

**[0054]** Zum Zeitpunkt  $t_1$  erfolgt in der Schaltungsanordnung gemäß **Fig. 1** ein Ausschalten des Schaltelements **102**. Hierdurch steigt die Ausgangsspannung  $V$  (collector) auf den exemplarischen Wert von 16 V an. Zum Zeitpunkt  $t_2$  erfolgt ein Einschaltvorgang des Schaltelements **102**. Im Falle, dass ausschließlich ein Schaltelement **102** sowie die Elemente **114** und **116** vorgesehen sind, erfolgt eine Schaltung mit einer Steilheit der Flanke **400**, im Wesentlichen, exemplarisch, unmittelbar. Im Falle der Anordnung der Begrenzungseinheit **120**, wird die fallende Flanke **402** in ihrer Steilheit begrenzt, wodurch diese langsamer fällt und erst zum Zeitpunkt  $t_3$  auf ihren unteren Wert, der im Wesentlichen durch das Verhältnis der elektrischen Widerstände der Widerstandselemente **114** und **104** festgelegt ist.

**[0055]** **Fig. 5** zeigt eine exemplarische Ausführungsform eines Verfahrens zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0056]** Das Verfahren **500** zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale weist auf die Schritte Ausführen **502** eines Schaltvorgangs der Spannungsquelle unter Verwendung des Schaltelementes und Begrenzen **504** einer Stromstärke und/oder einer Flankensteilheit eines elektrischen Signals, insbesondere der Ausgangsspannung, unter Verwendung eines Begrenzungseinheit.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung (**100**) zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale, aufweisend ein Schaltelement (**102**), welches mit einer Spannungsquelle (**116**) verbindbar ist und welches eingerichtet ist zum Schalten der Spannungsquelle (**116**); **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schaltungsanordnung (**100**) weiterhin eine Begrenzungseinheit (**120**) aufweist; wobei die Begrenzungseinheit (**120**) funktional zwischen dem Schaltelement (**102**) und der Spannungsquelle (**116**) angeordnet ist; und wobei die Begrenzungseinheit (**120**) eingerichtet ist, bei einem Schaltvorgang der Spannungsquelle (**116**) unter Verwendung des Schaltelements (**102**) eine Stromstärke und/oder eine Flankensteilheit eines elektrischen Signals zu begrenzen.

2. Schaltungsanordnung gemäß dem vorhergehenden Anspruch, weiterhin aufweisend eine Spannungsquelle (**116**); wobei das elektrische Signal als Ausgangsspannung der Spannungsquelle (**116**) ausgebildet ist; und wobei das Schalten der Spannungsquelle (**116**) das Ein- bzw. Ausschalten der Spannungsquelle umfasst.

3. Schaltungsanordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Begrenzungseinheit (**120**) ein Begrenzungselement (**118**) aufweist, welches in Serie zwischen Spannungsquelle (**116**) und Schaltelement (**102**) angeordnet ist.

4. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei die Begrenzungseinheit (**120**) ein Begrenzungselement (**118**) aufweist, welches parallel zu Spannungsquelle (**116**) und Schaltelement (**102**) angeordnet ist.

5. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 3 und 4, wobei die Begrenzungseinheit (**120**) weiterhin zumindest ein erstes kapazitives Element (**112a, b**) aus der Gruppe bestehend aus Kondensator, Diode und ESD-Diode aufweist; und wobei das erste kapazitives Element (**112a, b**) parallel zur Spannungsquelle (**116**) angeordnet ist.

6. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei das Begrenzungselement (**118**) ein Element ist aus der Gruppe bestehend aus Transistorelement, Transistor, Bipolar-Transistor, Feldeffekt-Transistor, MOSFET, JFET, Operationsverstärker und Röhrenelement; und/oder wobei das Schaltelement (**102**) ein Element ist aus der Gruppe bestehend aus Transistorelement, Transistor, Bipolartransistor, Feldeffekt-Transistor, MOSFET, JFET, Operationsverstärker, Röhrenelement; Relaiselement und Schaltkontakt.



7. Schaltungsanordnung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Flankensteilheitsbegrenzung ausgebildet ist als eine Stromgegenkopplung in der Begrenzungseinheit (**120**) oder als gesteuerte Flanke; und/oder wobei die Strombegrenzung ausgebildet ist als Stromgegenkopplung in der Begrenzungseinheit (**120**).

8. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei die Begrenzungseinheit (**120**) weiterhin zumindest ein zweites kapazitives Element (**110a**, **b**) aufweist; und wobei das zumindest eine zweite kapazitive Element (**110a**, **b**) zwischen Basis und Kollektor und/oder zwischen Basis und Emitter bzw. den diesen entsprechenden Anschlüssen des Begrenzungselementes (**118**) angeordnet ist.

9. Schaltungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 3 bis 8; wobei an der Basis bzw. dem diesen entsprechenden Anschluss des Begrenzungselementes (**118**) weiterhin ein erstes Widerstandselement (**106**) angeordnet ist; wobei an dem Widerstandselement (**106**) weiterhin eine Spannungsquelle (**108**) angeordnet ist; und wobei am Kollektor bzw. dem diesen entsprechenden Anschluss des Begrenzungselementes (**118**) weiterhin ein zweites Widerstandselement (**104**) angeordnet ist.

10. Verfahren zur Begrenzung von Stromstärke und/oder Flankensteilheit elektrischer Signale, wobei eine Begrenzungseinheit funktional zwischen einem Schaltelement und einer Spannungsquelle angeordnet ist, welche Begrenzungseinheit eingerichtet ist, bei einem Schaltvorgang der Spannungsquelle unter Verwendung des Schaltelements eine Stromstärke und/oder eine Flankensteilheit eines elektrischen Signals zu begrenzen, aufweisend Ausführen eines Schaltvorgangs der Spannungsquelle unter Verwendung des Schaltelementes; und Begrenzen einer Stromstärke und/oder einer Flankensteilheit eines elektrischen Signals, insbesondere der Ausgangsspannung der Spannungsquelle, unter Verwendung einer Begrenzungseinheit; wobei die Flankensteilheitsbegrenzung ausgebildet ist unter Verwendung einer Stromgegenkopplung oder einer gesteuerten Flanke, und/oder wobei die Strombegrenzung ausgebildet ist als eine Stromgegenkopplung.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

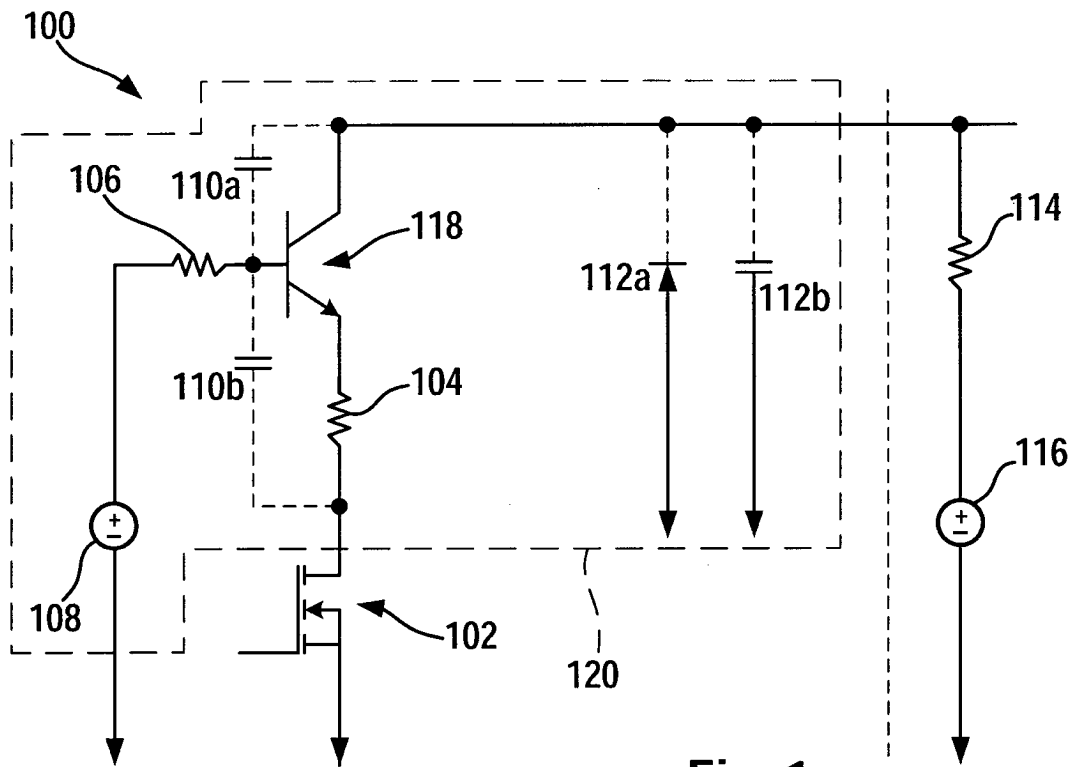


Fig. 1

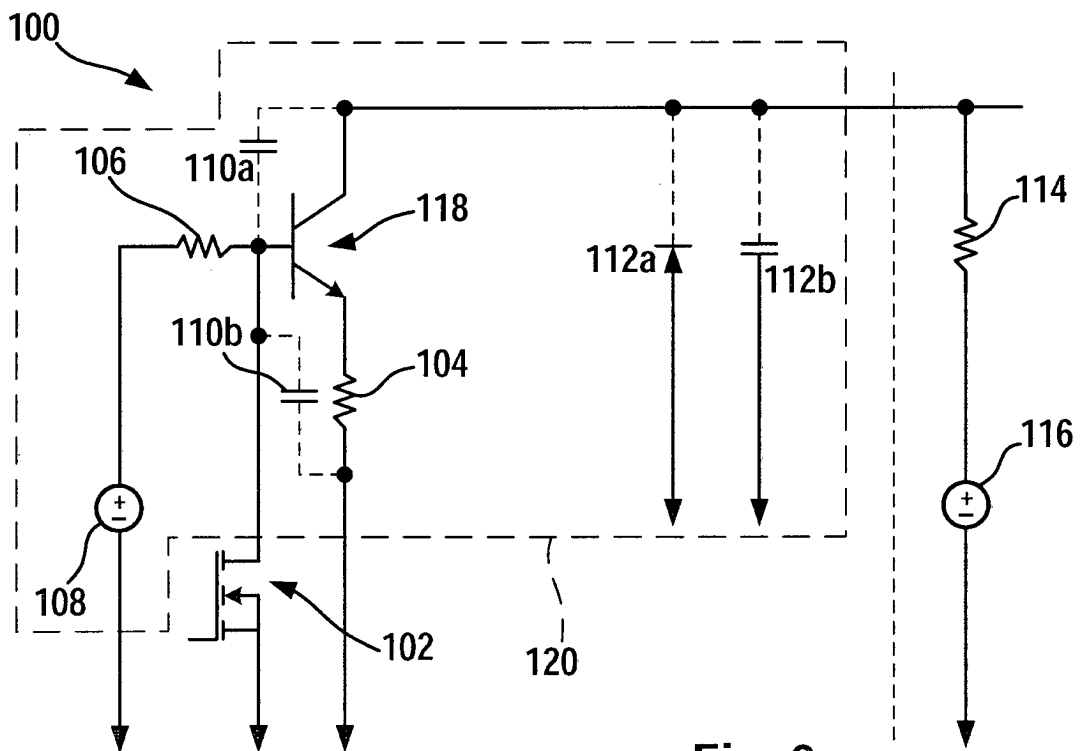


Fig. 2



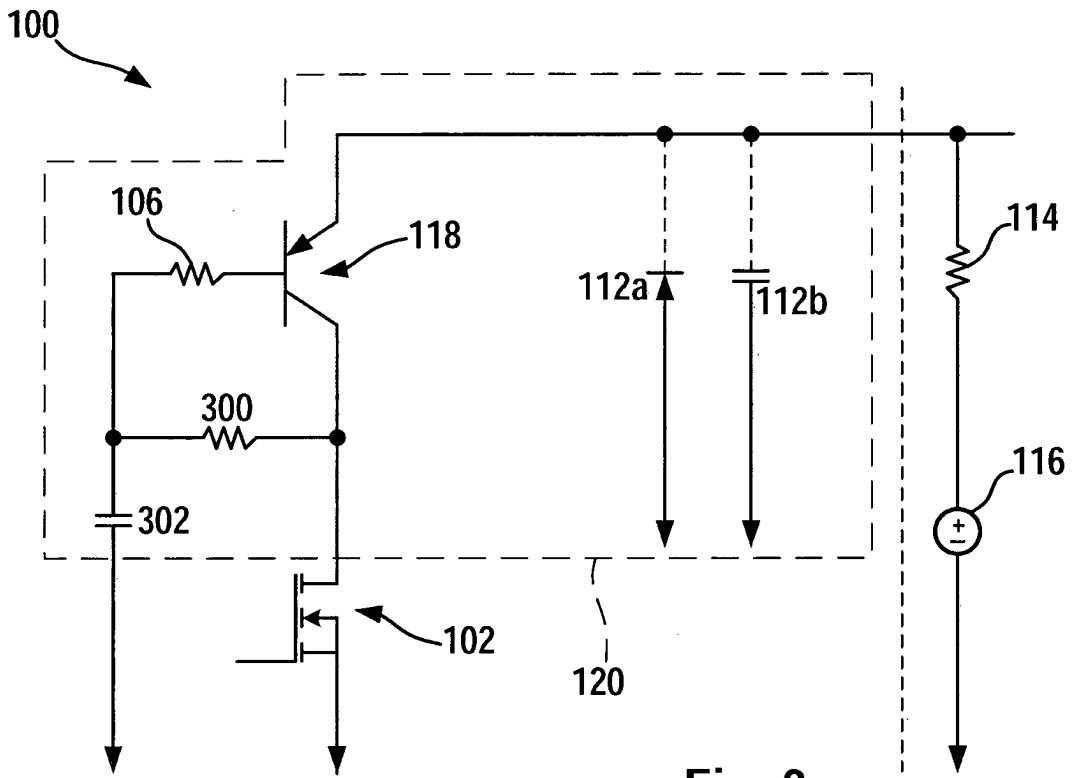


Fig. 3

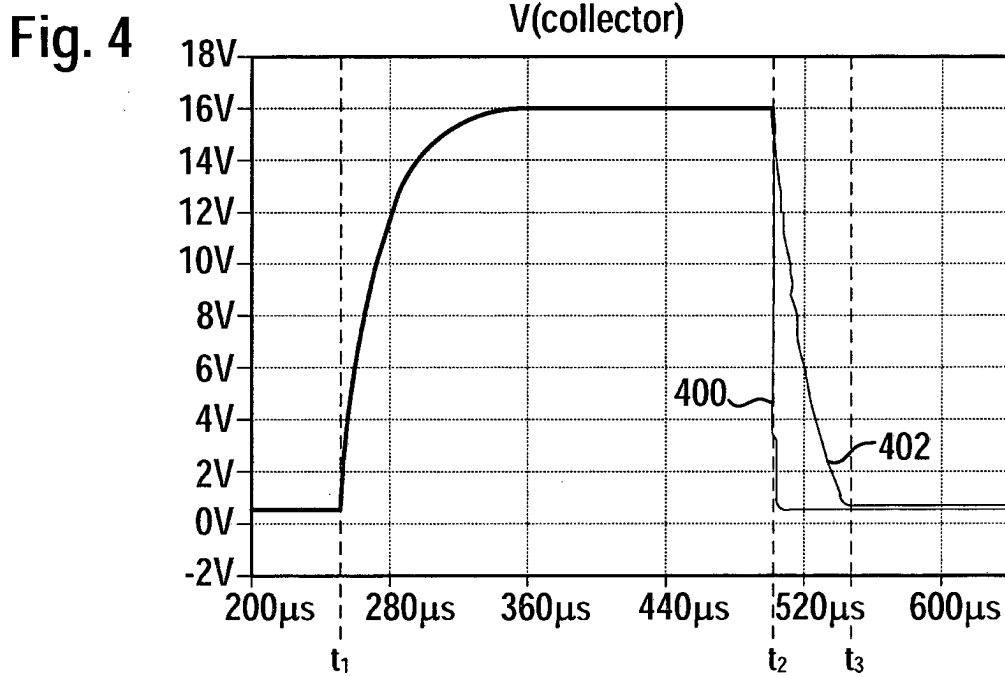
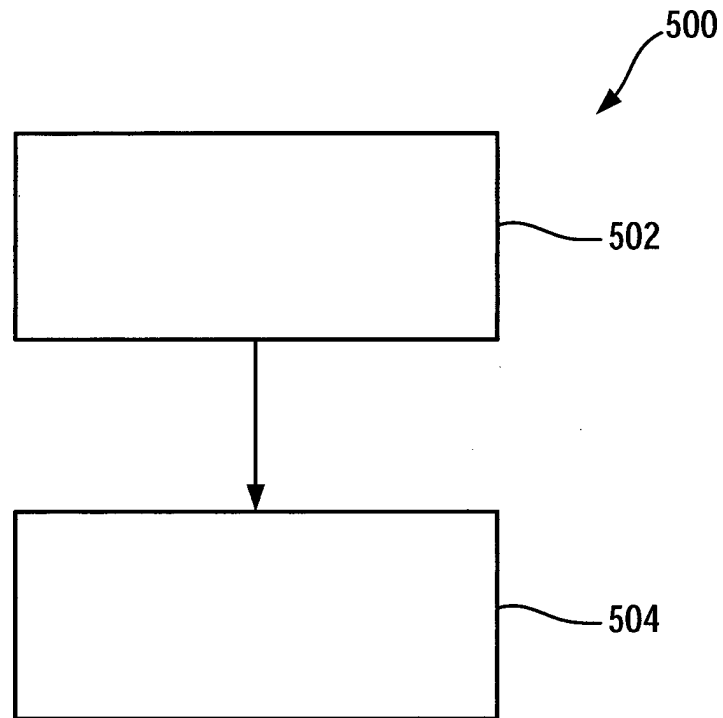


Fig. 4



**Fig. 5**