



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 365.8**

(22) Anmeldetag: **28.08.2015**

(43) Offenlegungstag: **03.03.2016**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.06.2022**

(51) Int Cl.: **H03K 17/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun 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).

(30) Unionspriorität:

14/473,377 **29.08.2014** **US**

(73) Patentinhaber:

Infineon Technologies Austria AG, Villach, AT

(74) Vertreter:

**Westphal, Mussgnug & Partner Patentanwälte mit
beschränkter Berufshaftung, 81541 München, DE**

(72) Erfinder:

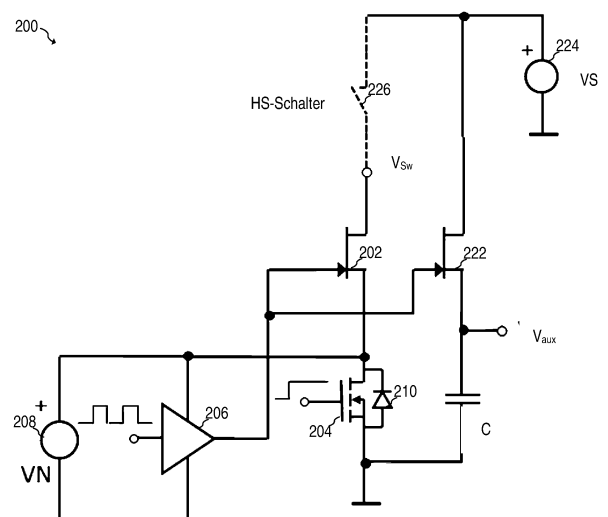
Zojer, Bernhard, Villach, AT

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE **10 2011 087 368** **A1**

(54) Bezeichnung: **SYSTEM UND VERFAHREN ZUM GENERIEREN EINER HILFSSPANNUNG**

(57) Hauptanspruch: Schaltung, die aufweist:
einen ersten selbstleitenden Transistor (202) mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drain;
einen selbstsperrenden Transistor (204) mit einem an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Drain;
eine Treiberschaltung (206), die dazu ausgebildet ist, ein Schaltsignal zu empfangen, wobei die Treiberschaltung (206) einen an ein Gate des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Ausgang besitzt; und
einen zweiten selbstleitenden Transistor (222) mit einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss, einem an den Ausgang der Treiberschaltung (206) gekoppelten Gateanschluss und einem Sourceanschluss, der dazu ausgebildet ist, eine Hilfsspannung (V_{aux}) zu liefern.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Offenbarung betrifft allgemein eine elektronische Anordnung und insbesondere ein System und ein Verfahren zum Generieren einer Hilfsspannung.

[0002] Hochspannungsschalttransistoren, wie etwa Leistungs-MOSFETs, JFETs (Junction Field Effect Transistor) und Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT), werden üblicherweise als Halbleiterschalter in Hochspannungs- und Hochleistungsbauelementen wie etwa getakteten Leistungsversorgungen, Motorcontrollern und Hochspannungs- und Hochleistungsschaltkreisen verwendet. Einige dieser Bauelemente, wie etwa der GaN-HEMT, besitzen die Fähigkeit, bei sehr hohen Spannungen betrieben zu werden, ohne dass das Bauelement ausfällt oder beschädigt wird.

[0003] Einige Bauelemente, wie etwa der JFET und GaN-HEMT, können so hergestellt werden, dass sie eine negative Einsatzspannung besitzen, wodurch bewirkt wird, dass das Bauelement leitend ist, wenn eine Spannung von Null an der Gateelektrode und der Sourceelektrode dieser Transistoren anliegt. Solche Bauelemente werden entsprechend als „selbstleitende“ Bauelemente oder Transistoren bezeichnet, da diese Bauelemente bei Bedingungen mit einer Vorspannung von Null effektiv eingeschaltet sind. Wenn solche selbstleitenden Bauelemente verwendet werden, werden im Allgemeinen Vorkehrungen getroffen, um sicherzustellen, dass eine Spannung generiert wird, um sicherzustellen, dass das selbstleitende Bauelement ausgeschaltet werden kann. Beispielsweise wird in einer in einem Schaltnetzteil verwendeten Treiberschaltung eine negative Spannung generiert oder bereitgestellt, die eine Spannung besitzt, die ausreichend unter der Einsatzspannung des selbstleitenden Bauelements liegt, um sicherzustellen, dass das Bauelement tatsächlich wie beabsichtigt ausgeschaltet wird.

[0004] Ein weiteres Problem bezüglich der Verwendung von selbstleitenden Bauelementen ist die Möglichkeit von Hochstrom-Transienten während des Anfahrens eines Systems, in dem selbstleitende Bauelemente verwendet werden. Falls beispielsweise ein selbstleitendes Bauelement zwischen die Anschlüsse einer Hochspannungsstromversorgung gekoppelt ist, können große Ströme resultieren, wenn Leistung an das System angelegt wird. Um diese hohen Anlaufströme zu vermeiden, kann ein selbstsperrendes Bauelement wie beispielsweise ein Anreicherungs-MOSFET (Enhancement-MOSFET) in Reihe mit dem selbstleitenden Bauelement gekoppelt werden. Nachdem die Stromversorgungen, die dazu ausgebildet sind, die Ausschaltspannung an das selbstleitende Bauelement zu liefern, eine Spannung erreicht haben, die ausreicht, um

das selbstleitende Bauelement auszuschalten, kann das selbstsperrende Bauelement dann eingeschaltet werden.

[0005] In einigen Fällen jedoch verwendet die Ablaufsteuerung des Systems während des Hochfahrens verschiedene Schaltungen zum Steuern des Timings und Verhaltens des Systems, wenn Leistung angelegt wird. In diesen Fällen kann eine Hilfsstromversorgung verwendet werden, um die Anfahrerschaltungsanordnung mit Leistung zu versorgen.

[0006] Die DE 10 2011 087 368 A1 beschäftigt sich mit einer Anordnung und einem Verfahren zum Bootstrapping eines Schaltertreibers. Sie offenbart eine Schaltung, bei der die Laststrecken eines JFETs und eines PMOS-Transistors in Reihe geschaltet sind und deren Gates durch einen Treiber angesteuert werden. Der Treiber kann über eine aktivierbare Hilfsversorgung versorgt werden.

[0007] Gemäß einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Schaltung einen ersten selbstleitenden Transistor mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drain, einen selbstsperrenden Transistor mit einem an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelten Drain, eine Treiberschaltung, die dazu ausgebildet ist, ein Schaltsignals zu empfangen, wobei die Treiberschaltung einen an ein Gate des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelten Ausgang besitzt, und einen zweiten selbstleitenden Transistor mit einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss, einem an den Ausgang der Treiberschaltung gekoppelten Gateanschluss und einem Sourceanschluss, der dazu ausgebildet ist, eine Hilfsspannung zu liefern.

[0008] Für ein umfassenderes Verständnis der vorliegenden Erfindung und ihrer Vorteile wird nun auf die folgenden Beschreibungen in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen, in denen:

Fig. 1a-1c herkömmliche Schalteransteuersysteme und Hilfsspannungsgeneratoren veranschaulichen;

Fig. 2 ein Schalteransteuersystem mit einem Hilfsspannungsgenerator gemäß einem Ausführungsbeispiel veranschaulichen;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel eines Schaltnetzteils veranschaulicht; und

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel veranschaulicht.

[0009] Entsprechende Zahlen und Symbole in verschiedenen Figuren beziehen sich allgemein auf ent-

sprechende Teile, sofern nichts anderes angegeben ist. Die Figuren wurden gezeichnet, um die relevanten Aspekte der bevorzugten Ausführungsbeispiele klar zu veranschaulichen, und sie sind nicht notwendigerweise maßstabsgetreu gezeichnet.

[0010] Das Herstellen und Verwenden der gegenwärtig bevorzugten Ausführungsbeispiele wird unten ausführlich erörtert. Es versteht sich jedoch, dass die vorliegende Erfindung viele anwendbare erfindungsgemäße Konzepte bereitstellt, die in einer großen Vielzahl spezifischer Kontexte verkörpert werden können. Die erörterten spezifischen Ausführungsbeispiele veranschaulichen lediglich spezifische Wege zum Herstellen und Verwenden der Erfindung und beschränken nicht den Schutzbereich der Erfindung.

[0011] Die vorliegende Erfindung wird bezüglich bevorzugter Ausführungsbeispiele in einem spezifischen Kontext beschrieben, ein System und Verfahren zum Liefern einer Hilfsversorgungsspannung in einer Schalt-Schaltung. Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung können beispielsweise auch auf verschiedene Systeme angewendet werden, die Hilfsstromversorgungen im Zusammenhang von Schalt-Schaltungen nutzen, wie etwa Schaltnetzteile, Motorcontrollerschaltungen, Hochspannungssysteme sowie andere Schaltungen und Systeme.

[0012] Bei einem Ausführungsbeispiel wird eine Hilfsspannung unter Verwendung eines selbstleitenden Transistors mit einem an eine Hauptversorgungsspannung gekoppelten Drain und einem an ein Schaltsignal gekoppelten Gate generiert. Die Hilfsspannung wird an der Source des selbstleitenden Transistors ausgegeben und kann mit einem Kondensator gefiltert werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist das Gate des selbstleitenden Transistors weiterhin an ein Gate eines zweiten selbstleitenden Transistors gekoppelt, der für eine Schaltfunktion in einer Schaltung verwendet wird. Beispielsweise kann dieser zweite selbstleitende Transistor an eine Spule in einem Schaltnetzteil gekoppelt sein und ausgebildet sein, die Spule zu magnetisieren und entmagnetisieren.

[0013] Bestimmte Arten von Leistungstransistoren, wie etwa JFETs (Junction Field Effect Transistor) und Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT) verhalten sich wie „selbstleitende“ Bauelemente, weil sie sich in einem leitenden Zustand befinden, wenn zwischen dem Gate und der Source des Transistors null Volt angelegt werden. Um diese Transistoren auszuschalten, wird eine ausreichend hohe negative Gatespannung zwischen dem Gate und der Source des Transistors angelegt. Im Fall eines GaN-HEMT beispielsweise kann diese Rückspannung (engl.: reverse voltage) zwischen etwa -5 V und etwa -8 V betragen, Aus-

schaltspannungen außerhalb dieses Bereichs können jedoch ebenfalls in einigen Bauelementen auftreten. Dementsprechend besteht bei einigen Systemen wie etwa jenen, die Ladepumpen zum Erzeugen negativer Vorspannungen nutzen, ein Risiko, das das selbstleitende Bauelement zwischen den Stromversorgungsschienen des Bauelements einen Kurzschluss verursachen kann, bevor die Ladepumpe ausreichend Zeit hat, eine ausreichend hohe negative Spannung zu erzeugen, um das selbstleitende Bauelement auszuschalten. Zudem existiert auch ein Risiko von Kurzschlüssen während verschiedener Fehlerbedingungen.

[0014] Ein Weg, wie dieses Problem behandelt wurde, ist durch Koppeln des selbstleitenden Bauelements in Reihe mit einem selbstsperrenden Bauelement wie etwa einem Anreicherungs-MOSFET-Bauelement in einer Kaskodenkonfiguration, wie in **Fig. 1a** dargestellt. Wie gezeigt ist die Source des selbstleitenden Transistors 102 an den Drain des selbstsperrenden Transistors 104 am Knoten Vx gekoppelt, und das Gate G des selbstsperrenden Transistors 104 wird durch die Treiberschaltung 106 angesteuert. Die Diode 110 stellt die Body-Diode des selbstsperrenden Transistors 104 dar.

[0015] Hier wirkt das Gate G des selbstsperrenden Transistors 104 als der Steueranschluss, der durch die Treiberschaltung 106 angesteuert wird, wohingegen das Gate des selbstleitenden Transistors 102 mit der Source S des selbstsperrenden Transistors 104 gekoppelt ist. Während des Anfahrens ist die Reihenkombination aus dem selbstleitenden Bauelement und dem selbstsperrenden Bauelement nicht leitend. Wenn die erforderliche Versorgungsspannung verfügbar wird, kann das selbstsperrende Bauelement mit einem Eingangssignal angesteuert werden, so dass das selbstleitende Bauelement als ein Kaskodenbauelement funktioniert. Falls der Stromfluss durch den Schalter in der Rückrichtung erzwungen wird, wird die Body-Diode BD des selbstsperrenden Transistors 104 in Durchlassrichtung vorgespannt.

[0016] Die Spannungsquelle 108 mit einer Spannung VP liefert Leistung an die Treiberschaltung 106. Wenn der Ausgang der Treiberschaltung 106 hoch ist, kann somit eine Spannung von etwa VP an das Gate des selbstsperrenden Transistors 104 geliefert werden. Wenn andererseits der Ausgang der Treiberschaltung 106 niedrig ist, werden null Volt zwischen dem Gate und der Source des Transistors 104 angelegt, wodurch der selbstsperrende Transistor 104 ausgeschaltet wird.

[0017] **Fig. 1b** veranschaulicht eine Schalt-Schaltung 130, in dem der Sourceknoten Vx des selbstleitenden Transistors 102 an die Diode D und den Kondensator C gekoppelt ist. Während des Betriebs wechselt der Sourceknoten Vx des selbstleitenden

Transistors 102 zwischen Massepotential und einer Spitzenspannung V_{pk} , die höher ist als $-V_{th}$, dem Inversen der Einsatzspannung des selbstleitenden Transistors 102. Falls beispielsweise die Einsatzspannung des selbstleitenden Transistors 102 - 5 V beträgt, liegt die Spitzenspannung V_{pk} des Sourceknotens V_x über +5 V. Der Ist-Wert von V_x hängt von der Schaltdynamik ab und kann signifikant über $-V_{th}$ liegen (z. B. 20 V). Die Diode D richtet die Spannung am Sourceknoten V_x gleich und der Kondensator C filtert die Spannungswelligkeit am Ausgang der Diode D. Die Diode D verhindert weiterhin ein Entladen des Kondensators C, wenn der selbstsperrende Transistor 104 eingeschaltet wird. Dementsprechend wird eine Hilfsspannung am Ausgang Vaux geliefert, die zum Bestromen der Treiberschaltung 106 während des Anfahrens der Schaltung und/oder während Zeitperioden verwendet werden kann, in denen die Spannungsquelle 108 nicht in der Lage ist, ein adäquates Spannungspotential zum Schalten des selbstsperrenden Transistors 104 zu liefern.

[0018] Die Hilfsspannung Vaux hängt von einer Reihe von Faktoren ab, einschließlich der Einsatzspannung des Transistors 102, der Schaltdynamik, der Diodenspannung der Diode D, Schaltungsstörereffekten und anderen Faktoren.

[0019] Fig. 1c veranschaulicht eine Schalt-Schaltung 150, bei der die Hilfsspannung von einer Source eines zweiten selbstleitenden Transistors 152 genommen wird, der sich einen Drainknoten und einen Gateknoten mit dem selbstleitenden Transistor 102 teilt. Der Transistor 152 wird üblicherweise realisiert, indem die Sourceverbindung eines kleinen Teils des großen Leistungstransistors 102 getrennt wird und elektrisch zugänglich gemacht wird. Die Transistoren 102 und 152 können als eine „geteilte Transistorzelle“ bezeichnet werden. Der Schaltkreis 130 besitzt weniger Variation als der Schaltkreis 103 von Fig. 1b, weil das Sourcepotential des Transistors 152 nicht geschaltet wird und nahe bei $-V_{th}$ bleibt.

[0020] Fig. 2 veranschaulicht einen Schaltkreis 200 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, bei dem ein selbstleitender Transistor 222 eine Hilfsspannung Vaux wieder direkt an seiner Source erzeugt. Der Schaltkreis 200 enthält eine Spannungsquelle 208, eine Treiberschaltung 206, einen selbstsperrenden Transistor 204 und einen selbstleitenden Transistor 202 mit seinem an den Ausgang der Treiberschaltung 206 gekoppelten Gate. Somit wird der Leistungstransistor 202 in einer „direkt angesteuerten“ Konfiguration betrieben, wohingegen in den Schaltungen von Fig. 1 das Gate des Leistungstransistors 102 auf einem festen Potential ist, so dass sie in einer „Kaskadenkonfiguration“ betrieben werden. Die Diode 210 stellt die Body-Diode des selbstsperrenden Transistors 204 dar. Zudem ist das Gate des selbstleitenden Transis-

tors 222 an den Ausgang der Treiberschaltung 206 gekoppelt und seine Source an den Kondensator C angeschlossen, um die Hilfsspannung Vaux zu erzeugen. Wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, sind die Drains der selbstleitenden Transistoren 202 und 222 an separate Knoten angeschlossen: der Drain des selbstleitenden Transistors 202 ist an den Schalter 226 angeschlossen und der Drain des selbstleitenden Transistors 222 ist an die Spannungsquelle 224 angeschlossen. Der Schalter 226 ist repräsentativ für verschiedene Schaltungsanordnungen wie etwa Schalter, die an den Drain des selbstleitenden Transistors 202 gekoppelt sein können. Bei einigen Ausführungsbeispielen können Induktoren, Kondensatoren, Widerstände, Dioden, Transistoren und andere Komponenten an den Drain des selbstleitenden Transistors 202 gekoppelt sein. Beispielsweise kann die an den Drain des selbstleitenden Transistors 202 gekoppelte Schaltungsanordnung eine Schaltungsanordnung sein, mit der ein Schaltnetzteil oder ein Motorcontroller implementiert wird.

[0021] Durch Koppeln des Drain des selbstleitenden Transistors 202 an verschiedene Schaltungen innerhalb der Anwendungsschaltung, während der Drain des selbstleitenden Transistors 222 an die Spannungsquelle 224 gekoppelt ist, kann die Hilfsspannung Vaux relativ konstant und etwa gleich der negativen Einsatzspannung $-V_{th}$ des selbstleitenden Transistors 222 gehalten werden ohne dass die Notwendigkeit für eine Diode wie in Fig. 1 besteht. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel kann Vaux beispielsweise zum Versorgen des Gatetreibers des Transistors 204, der im normalen Betrieb eingeschaltet ist, verwendet werden. Sein Gate anzusteuern, verbraucht sehr wenig Leistung.

[0022] Bei einem Ausführungsbeispiel kann Vaux beispielsweise zum Liefern von Leistung an eine Anfahrerschaltungsanordnung und/oder zum Liefern einer Referenzspannung auf der Basis einer Einsatzspannung des selbstleitenden Transistors verwendet werden. Beispielsweise können Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung verwendet werden, um eine Spannung zu liefern, die zu der Einsatzspannung des selbstleitenden Transistors in Beziehung steht. Diese Spannung kann zum Vorspannen eines Schaltsignals verwendet werden, das eine Gleichtaktspannung besitzt, die etwa gleich der Einsatzspannung des selbstleitenden Transistors 202 ist. Ein derartiges System wird beispielsweise in der gleichzeitig anhängigen US-Anmeldung mit der laufenden Nummer 14/473,300 beschrieben.

[0023] Die selbstleitenden Transistoren 202 und 222 können beispielsweise unter Verwendung von GaN-HEMT-Transistoren implementiert werden. GaN-HEMT-Transistoren sind im Grunde Strukturen mit einem lateralen Stromfluss. Deshalb stehen

sowohl Source- als auch Drainverbindungen an der Halbleiteroberfläche zur Verfügung. Eine geteilte Transistorzelle mit separaten Source- und Drainverbindungen kann somit leicht innerhalb eines einzelnen Die ausgebildet werden. Dies ist im Gegensatz zu üblichen Leistungs-MOSFET-Strukturen, die einen vertikalen Stromfluss nutzen, wobei die Drainelektrode durch das Chipsubstrat gebildet wird und keine geteilte Transistorstruktur mit einem getrennten Drain gestattet. Bei Ausführungsbeispielen, die GaN-HEMT-Transistoren nutzen, kann der Wert von Vaux im Bereich gemäß der Variation des Schwellenwerts des jeweiligen verwendeten GaN-Transistors liegen. Beispielsweise kann bei einem Ausführungsbeispiel der Wert von Vaux im Spannungsbereich zwischen etwa 5 V und etwa 9 V liegen, was einem Bereich von Einsatzspannungswerten von zwischen etwa -5 V und etwa -9 V entspricht. Alternativ können auch Werte außerhalb dieses Bereichs je nach dem jeweiligen Halbleiterprozess und der jeweiligen Bauelementgeometrie erzielt werden. Bei anderen Ausführungsbeispielen können andere Transistorarten verwendet werden, wie etwa ein Leistungs-MOSFET-Transistor, ein GaN-HEMT, ein JFET, ein Anreicherungs-MOSFET, ein Verarmungs-MOSFET, ein Bipolarsperrschichttransistor (BJT) oder eine andere Transistorart.

[0024] Fig. 3 veranschaulicht einen getakteten Leistungswandler 300 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, der dazu ausgebildet ist, ein AC-Eingangssignals, wie etwa eine 50 Hz-bis 60 Hz-Netzspannung, am Eingangsport Vin in eine DC-Ausgangsspannung am Ausgangsport Vout zu wandeln. Beispielsweise ist bei einem Ausführungsbeispiel der getaktete Leistungswandler 300 dazu ausgebildet, eine Netzeingangsspannung mit 120 VAC oder 240 VAC und 50 Hz bis 60 Hz in eine DC-Ausgangsspannung von etwa 400 V zu wandeln. Alternativ können andere, auf den gleichen oder anderen Frequenzbereichen arbeitende Eingangsspannungen verwendet werden.

[0025] Der getaktete Leistungswandler 300 nutzt mindestens ein Ausführungsbeispiel eines Verbundschaltertreibers (engl.: compound switch driver) 306 mit einem selbstleitenden Transistor 202, einem selbstsperrenden Transistor 204, einem selbstleitenden Transistor 222 und zugehörigen Treiber- und Steuerschaltungen. Der selbstleitende Transistor ist an einen positiven Ausgangsknoten gekoppelt und generiert eine Hilfsspannung Vaux gemäß oben beschriebenen Ausführungsbeispielen. Wie gezeigt, wird die Spannung Vaux verwendet, um Leistung an die Anlaufschaltungsanordnung 326 zu liefern.

[0026] Der getaktete Leistungswandler 300 enthält einen H-Brücke, die realisiert ist unter Verwendung eines Ausführungsbeispiel eines Verbund aus Schalter und Treibern 302 und 306, die einen selbstleitenden

den Transistor 202, der in Reihe zu einem selbstsperrenden Transistor 204 gekoppelt ist, zusammen mit zugehörigen Treibern und einer Steuerschaltung enthalten. Die Schalt-Schaltungen 304 und 308, die MOSFET-Schalttransistoren enthalten, werden als synchrone Gleichrichter betrieben, die einen Rückstrompfad bereitstellen und bei einigen Ausführungsbeispielen auch unter Verwendung von Dioden realisiert werden können. Diese H-Brücke ist über eine Spule 312 an den Eingangsport Vin gekoppelt. Während des Betriebs des getakteten Leistungswandlers 300 magnetisieren und entmagnetisieren der Verbund aus Schalter und Treibern 302 und 306 sowie die Schalt-Schaltungen 304 und 308 die Spule 312 derart, dass Leistung vom Eingangsport Vin zum Ausgangsport Vout übertragen wird.

[0027] Jeder Verbund aus Schalter und Treiber 302 und 306 kann als Kaskodenbauelemente betrieben werden, bei denen der selbstsperrende Transistor 204 gemäß dem Eingangs-Schaltsignal Vin geschaltet wird, und/oder kann als Direkstansteuereinrichtungen betrieben werden, bei denen der selbstsperrende Transistor 204 eingeschaltet wird und das Schaltsignal an das Gate des selbstleitenden Transistors 202 angelegt wird. Der Verbund aus Schalter und Treiber 306 enthält den selbstleitenden Transistor 202 sowie den selbstleitenden Transistor 222, der verwendet wird, um die Hilfsspannung Vaux bereitzustellen, wie in Ausführungsbeispielen oben beschrieben. Die Steuerung der Reihe aus selbstleitenden Transistoren und selbstsperrenden Transistoren in dem Verbund aus Schalter und Treibern 302 und 306, Schaltkreisen 304 und 308 sowie der zugehörigen Schaltungsanordnung kann so konfiguriert und betrieben werden, wie in der gleichzeitig angehängigen US-Anmeldung mit der laufenden Nummer 14/473,300 beschrieben. Bei alternativen Ausführungsbeispielen kann der Verbund aus Schalter und Treibern 302 unter Verwendung eines einzelnen Schalttransistors und/oder selbstsperrenden Transistors 204 realisiert werden.

[0028] Der Kondensator 314 stellt die Eingangskapazität des getakteten Leistungswandlers 300 dar, und der Kondensator 310 stellt die Lastkapazität des getakteten Leistungswandlers 300 dar. Bei einem Ausführungsbeispiel liefert ein Controller 318 Schaltsignale an eine Ausführungsform im Verbund aus Schalter und Treibern 302 und 306, Schaltkreisen 304 und 308, deren Timing konfiguriert ist, ein AC-Eingangssignal am Eingangsport Vin in ein DC-Ausgangssignal am Port Vout umzuwandeln. Bei einigen Ausführungsbeispielen sind die Signale S1 und S2 nichtüberlappende Schaltsignale, um einen Querstrom zu vermeiden. Der Controller 318 kann unter Verwendung eines in der Technik bekannten getakteten Leistungswandlers auf H-Brücken-Basis implementiert werden. Bei einigen Ausführungsbeispielen kann der Controller 318 eine Strom- und/oder

Spannungsrückkopplung von verschiedenen Knoten und Stromzweigen des getakteten Leistungswandlers 300 nutzen, um eine Regelung (engl.: feedback control) der Ausgangsspannung, des Ausgangsstroms und/oder der Eingangsströme bereitzustellen. Beispielsweise kann das Schalten der jeweils an den Verbund aus Schalter und Treiber 302 und 306 gekoppelten Signale S1 und S2 dazu ausgebildet sein, eine geregelte Ausgangsspannung und einen geregelten Eingangsstrom zu liefern, so dass eine Leistungsfaktorkorrektur erzielt wird.

[0029] Die Anlaufschaltungsanordnung 326 kann verwendet werden, um den Zustand des selbstsperrenden Transistors während des Anfahrens über ein Signal START zu steuern. Beispielsweise kann der selbstsperrende Transistor 204 während eines Anfahrens ausgeschaltet gehalten werden, bis ein Vorspannungs-Generator, der die Ausschaltspannung für selbstleitende Transistoren 202 liefert, eine Spannung erreicht hat, die die selbstleitenden Transistoren 202 sicher ausschalten kann. Die Anlaufschaltungsanordnung 326 kann eine Logikschaltungsanordnung und eine Versorgungserfassungsschaltungsanordnung aufweisen, die in der Technik bekannt sind und verwendet werden, um beispielsweise Unterspannungsabschaltungsfunktionen zu implementieren. Bei weiteren Ausführungsbeispielen kann Vaux verwendet werden, um Leistung an andere Schaltungsfunktionen zu liefern.

[0030] Fig. 4 veranschaulicht ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens 400 zum Betreiben einer Schalt-Schaltung, die umfasst: einen ersten selbstleitenden Transistor mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drainanschluss, einen selbstsperrenden Transistor mit einem an einen Sourceanschluss des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelten Drainanschluss, eine Treiberschaltung mit einem an einen Gateanschluss des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelten Ausgang, einen zweiten selbstleitenden Transistor mit einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss und einen an den Ausgang der Treiberschaltung gekoppelten Gateanschluss. Dieses Verfahren kann beispielsweise in Verbindung mit verschiedenen hierin offenbarten, dargestellten Ausführungsbeispielen verwendet werden. Bei einem Ausführungsbeispiel wird ein Schaltsignal an einem Eingang der Treiberschaltung in Schritt 402 empfangen. Der erste selbstleitende Transistor und der zweite selbstleitende Transistor werden gemäß dem empfangenen Schaltsignal in Schritt 404 angesteuert, und eine Hilfsspannung wird an einem Sourceanschluss des zweiten selbstleitenden Transistors im Schritt 406 generiert.

[0031] Gemäß einem Ausführungsbeispiel enthält eine Schaltung einen ersten selbstleitenden Transis-

tor mit einem Drain, der an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelt ist, einen selbstsperrenden Transistor mit einem Drain, der an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelt ist, eine Treiberschaltung, die konfiguriert ist zum Empfangen eines Schaltsignals, wobei die Treiberschaltung einen Ausgang besitzt, der an ein Gate des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelt ist, und einen zweiten selbstleitenden Transistor mit einem Drainanschluss, der an einen Versorgungsknoten gekoppelt ist, einem Gateanschluss, der an den Ausgang der Treiberschaltung gekoppelt ist, und einem Sourceanschluss, der konfiguriert ist zum Liefern einer Hilfsspannung. Die Schaltung kann weiterhin einen Kondensator enthalten, der zwischen die Source des zweiten selbstleitenden Transistors und eine Source des selbstsperrenden Transistors gekoppelt ist.

[0032] Bei einem Ausführungsbeispiel enthält die Treiberschaltung weiterhin einen ersten Stromversorgungsanschluss, der an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelt ist, und einen zweiten Stromversorgungsanschluss, der konfiguriert ist zum Koppeln an einen Treiberreferenzspannungsknoten. Die Schaltung kann auch eine Stromversorgungsschaltung enthalten, die zwischen den ersten Stromversorgungsanschluss der Treiberschaltung und den zweiten Stromversorgungsanschluss der Treiberschaltung gekoppelt ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen ist der selbstsperrende Transistor ausgebildet zum Koppeln an Masse.

[0033] Bei einem Ausführungsbeispiel enthält die Schaltung weiterhin einen Schalter, der zwischen den Versorgungsknoten und den Schaltausgangsknoten gekoppelt ist, wobei der Versorgungsknoten konfiguriert ist, eine Spannung von mindestens 100 V zu haben, und/oder ein selbstleitender Transistor wird unter Verwendung eines Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistors (GaN-HEMT) implementiert. Bei einigen Ausführungsbeispielen wird der selbstsperrende Transistor unter Verwendung eines Enhancement-Mode-MOSFET-Bauelements implementiert, der erste selbstleitende Transistor und der zweite selbstleitende Transistor sind auf einem gleichen Halbleitersubstrat angeordnet und/oder die Hilfsspannung ist an eine Anlaufschaltungsanordnung gekoppelt.

[0034] Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält ein Schaltkreis einen ersten selbstleitenden Transistor mit einem Drainanschluss, der an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelt ist, einen selbstsperrenden Transistor mit einem Drainanschluss, der an einen Sourceanschluss des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelt ist, eine Treiberschaltung mit einem Ausgang, der an einen Gateanschluss des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelt ist, einen zweiten selbstleitenden Transis-

tor mit einem Drainanschluss, der an einen Versorgungsknoten gekoppelt ist, und einen Gateanschluss, der an den Ausgang der Treiberschaltung gekoppelt ist. Ein Verfahren zum Betreiben dieser Schaltung beinhaltet: Empfangen eines Schaltsignals an einem Eingang der Treiberschaltung, Ansteuern des ersten selbstleitenden Transistors und des zweiten selbstleitenden Transistors mit der Treiberschaltung gemäß dem empfangenen Schaltsignal und Generieren einer Hilfsspannung an einem Sourceanschluss des zweiten selbstleitenden Transistors.

[0035] Das Verfahren kann weiterhin eine Tiefpassfilterung der Hilfsspannung unter Verwendung eines Kondensators beinhalten, der zwischen den Sourceanschluss des zweiten selbstleitenden Transistors und einen Sourceanschluss des selbstsperrenden Transistors gekoppelt ist. Das Verfahren kann auch das Einschalten des selbstsperrenden Transistors beinhalten und kann das Einschalten und Ausschalten eines Schalters beinhalten, der zwischen den ersten Schaltausgangsknoten und den Versorgungsknoten gekoppelt ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen beinhaltet der selbstleitende Transistor einen Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT). Das Verfahren kann weiterhin das Liefern der Hilfsspannung an eine Anfahrerschaltung beinhalten.

[0036] Gemäß einer weiteren Ausführungsform enthält ein Stromversorgungssystem einen ersten Schaltkreis mit einem Treiber und einem Schalter, so dass der Treiber des ersten Schaltkreises an eine erste Stromversorgung gekoppelt ist. Das Stromversorgungssystem enthält auch einen zweiten Schaltkreis, der in Reihe mit dem ersten Schaltkreis gekoppelt ist. Der erste Schaltkreis enthält einen ersten selbstleitenden Transistor mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drain, einen selbstsperrenden Transistor mit einem an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelten Drain, eine Treiberschaltung, die konfiguriert ist zum Empfangen eines Schaltsignals, und die einen Ausgang besitzt, der an ein Gate des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelt ist, und einen zweiten selbstleitenden Transistor mit einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss, einem an den Ausgang der Treiberschaltung gekoppelten Gateanschluss und einem Sourceanschluss, der an einen Hilfsspannungsknoten gekoppelt ist. Das Stromversorgungssystem enthält auch eine Einschalterschaltung mit einer Stromversorgung, die an den Hilfsspannungsknoten gekoppelt ist. Die Einschalterschaltung ist konfiguriert zum Liefern von Leistung an den Treiber des ersten Schaltkreises, wenn eine Spannung der ersten Stromversorgung unter einem ersten Schwellenwert liegt.

[0037] Bei einem Ausführungsbeispiel enthält das Stromversorgungssystem auch einen Induktor, der zwischen einen ersten AC-Eingangsanschluss und einen ersten Eingangsknoten zwischen den ersten Schaltkreis und den zweiten Schaltkreis gekoppelt ist. Bei einigen Ausführungsbeispielen beinhaltet der selbstleitende Transistor einen Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT).

[0038] Zu Vorteilen einiger Ausführungsbeispiele zählt die Fähigkeit zum Generieren einer stabilen Hilfsspannung, die zum Liefern von Leistung an eine Anfahrerschaltung verwendet werden kann. Diese Hilfsspannung kann beispielsweise zum Generieren einer lokalen Versorgung für Anfahrerschaltungen und andere Schaltungsanordnungen verwendet werden, um eine stabile Spannung auf der Basis eines Spannungsschwellenwerts eines selbstleitenden Bauelements zu liefern.

[0039] Ein weiterer Vorteil von Ausführungsbeispielen beinhaltet die Fähigkeit zum Integrieren der Versorgungsgenerierung für GaN-HEMTs innerhalb des Leistungstransistors.

Patentansprüche

1. Schaltung, die aufweist:
 - einen ersten selbstleitenden Transistor (202) mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drain;
 - einen selbstsperrenden Transistor (204) mit einem an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Drain;
 - eine Treiberschaltung (206), die dazu ausgebildet ist, ein Schaltsignal zu empfangen, wobei die Treiberschaltung (206) einen an ein Gate des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Ausgang besitzt; und
 - einen zweiten selbstleitenden Transistor (222) mit einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss, einem an den Ausgang der Treiberschaltung (206) gekoppelten Gateanschluss und einem Sourceanschluss, der dazu ausgebildet ist, eine Hilfsspannung (V_{aux}) zu liefern.
2. Schaltung nach Anspruch 1, die weiterhin aufweist:
 - einen Kondensator (C), der zwischen die Source des zweiten selbstleitenden Transistors (222) und einen Source des selbstsperrenden Transistors (204) gekoppelt ist.
3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Treiberschaltung (206) weiterhin einen ersten Stromversorgungsanschluss, der an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelt ist, und einen zweiten Stromversorgungsanschluss, der dazu ausgebildet ist, an einen Treiber-

referenzspannungsknoten gekoppelt zu werden, umfasst.

4. Schaltung nach Anspruch 3, die weiterhin aufweist:

eine Stromversorgungsschaltung (208), die zwischen den ersten Stromversorgungsanschluss der Treiberschaltung und den zweiten Stromversorgungsanschluss der Treiberschaltung (206) gekoppelt ist.

5. Schaltung nach Anspruch 4, bei der die Source des selbstsperrenden Transistors (204) dazu ausgebildet ist, an Masse gekoppelt zu werden.

6. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, die weiterhin aufweist:

einen Schalter (226), der zwischen den Versorgungsknoten und den Schaltausgangsknoten gekoppelt ist.

7. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der der Versorgungsknoten dazu ausgebildet ist, eine Spannung von mindestens 100 V zu haben.

8. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der der erste und der zweite selbstleitende Transistor (202, 222) jeweils einen Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT) aufweisen.

9. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der der selbstsperrende Transistor (204) ein Anreicherungs-MOSFET-Bauelement aufweist.

10. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der der erste selbstleitende Transistor (202) und der zweite selbstleitende Transistor (222) auf einem gleichen Halbleitersubstrat angeordnet sind.

11. Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der die Hilfsspannung (V_{aux}) an eine Anlaufschaltungsanordnung gekoppelt ist.

12. Verfahren zum Betreiben eines Schaltkreises der aufweist:

einen ersten selbstleitenden Transistor (202) mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drainanschluss, einen selbstsperrenden Transistor (204) mit einem an einen Sourceanschluss des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Drainanschluss, eine Treiberschaltung (206) mit einem an einen Gateanschluss des ersten selbstleitenden Transistors gekoppelten Ausgang, einen zweiten selbstleitenden Transistor (222) mit einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss und einem an den Ausgang der Treiberschaltung (206) gekoppelten Gateanschluss,

wobei das Verfahren aufweist:

Empfangen eines Schaltsignals an einem Eingang der Treiberschaltung (206);

Ansteuern des ersten selbstleitenden Transistors (202) und des zweiten selbstleitenden Transistors (222) mit der Treiberschaltung (206) gemäß dem empfangenen Schaltsignal und

Generieren einer Hilfsspannung (V_{aux}) an einem Sourceanschluss des zweiten selbstleitenden Transistors (222).

13. Verfahren nach Anspruch 12, das weiterhin aufweist:

Tiefpassfiltern der Hilfsspannung (V_{aux}) unter Verwendung eines zwischen den Sourceanschluss des zweiten selbstleitenden Transistors (222) und einen Sourceanschluss des selbstsperrenden Transistors (204) gekoppelten Kondensators (C).

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, das weiterhin aufweist:

Einschalten des selbstsperrenden Transistors (204).

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, das weiterhin aufweist:

Einschalten und Ausschalten eines zwischen den ersten Schaltausgangsknoten und den Versorgungsknoten gekoppelten Schalters (226).

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, bei dem der erste und der zweite selbstleitende Transistor (202, 222) jeweils einen Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT) aufweisen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, das weiterhin aufweist:

Liefern der Hilfsspannung (V_{aux}) an eine Anlaufschaltung.

18. Stromversorgungssystem, das aufweist:

einen ersten Schaltkreis (302), der einen Treiber und einen Schalter aufweist, wobei der Treiber des ersten Schaltkreises an eine erste Stromversorgung gekoppelt ist,

einen zweiten Schaltkreis (306), der in Reihe mit dem ersten Schaltkreis (302) gekoppelt ist, wobei der zweite Schaltkreis aufweist:

einen ersten selbstleitenden Transistor (202) mit einem an einen ersten Schaltausgangsknoten gekoppelten Drain,

einen selbstsperrenden Transistor (204) mit einem an eine Source des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Drain,

eine Treiberschaltung, die dazu ausgebildet ist, ein Schaltsignal zu empfangen, wobei die Treiberschaltung einen an ein Gate des ersten selbstleitenden Transistors (202) gekoppelten Ausgang aufweist, und

einen zweiten selbstleitenden Transistor (222) mit

einem an einen Versorgungsknoten gekoppelten Drainanschluss, einem an den Ausgang der Treiberschaltung gekoppelten Gateanschluss und einem an einen Hilfsspannungsknoten gekoppelten Sourceanschluss; und
eine Einschaltschaltung (326) mit einer Stromversorgung, die an den Hilfsspannungsknoten gekoppelt ist, wobei die Einschaltschaltung (326) dazu ausgebildet ist, Leistung an den Treiber des ersten Schaltkreises zu liefern, wenn eine Spannung der ersten Stromversorgung unter einem ersten Schwellenwert liegt.

19. Stromversorgung nach Anspruch 18, die weiterhin aufweist:

eine Spule (312), die zwischen einen ersten AC-Eingangsanschluss und einen ersten Eingangsknoten zwischen dem ersten Schaltkreis (302) und dem zweiten Schaltkreis (306) gekoppelt ist.

20. Stromversorgung nach Anspruch 19, bei der der erste und der zweite selbstleitende Transistor (202) jeweils einen Galliumnitrid-High-Electron-Mobility-Transistor (GaN-HEMT) aufweisen.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

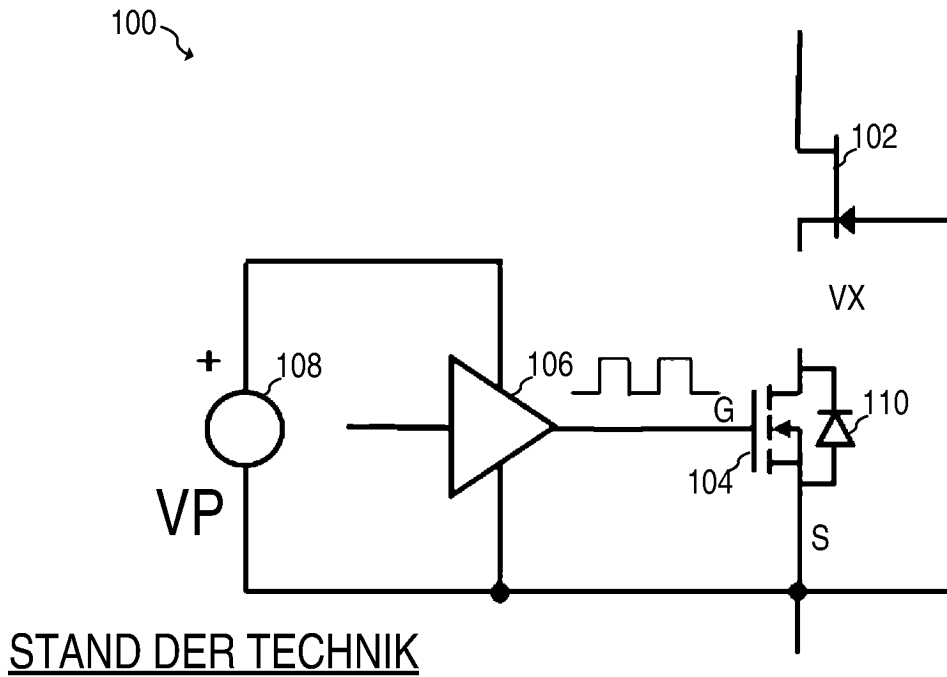


FIG. 1a

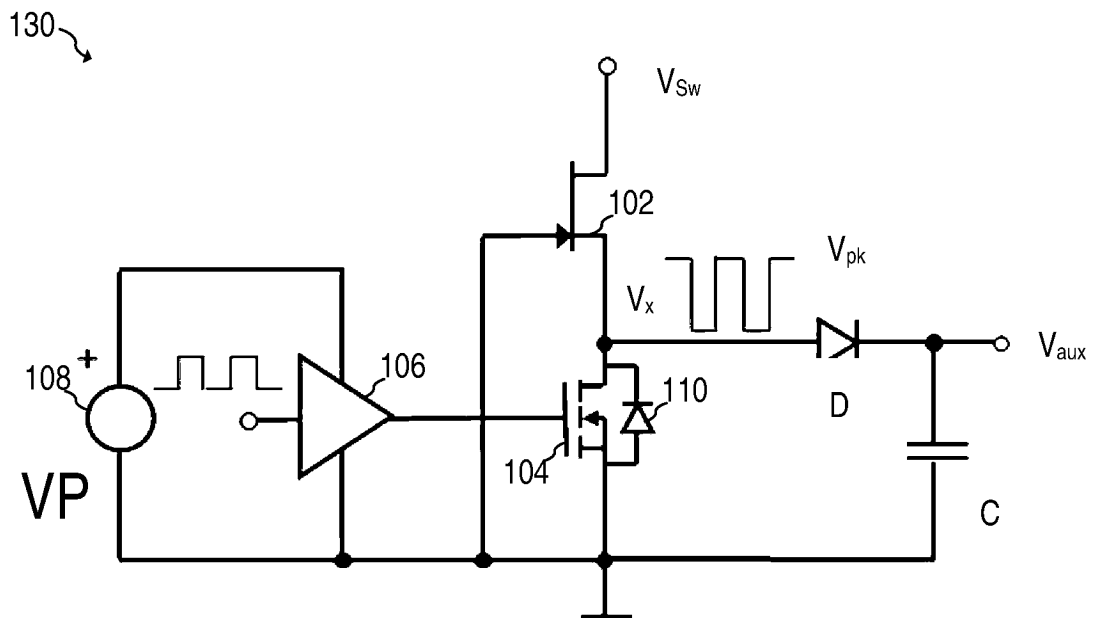


FIG. 1b

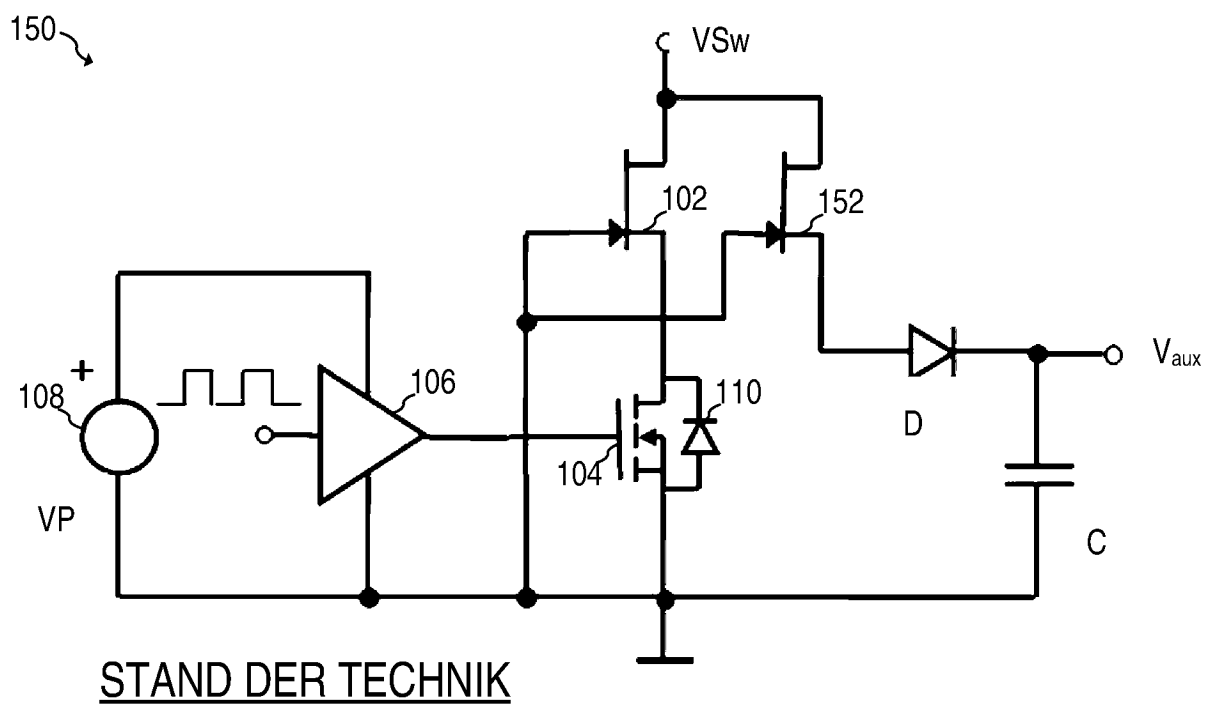


FIG. 1c

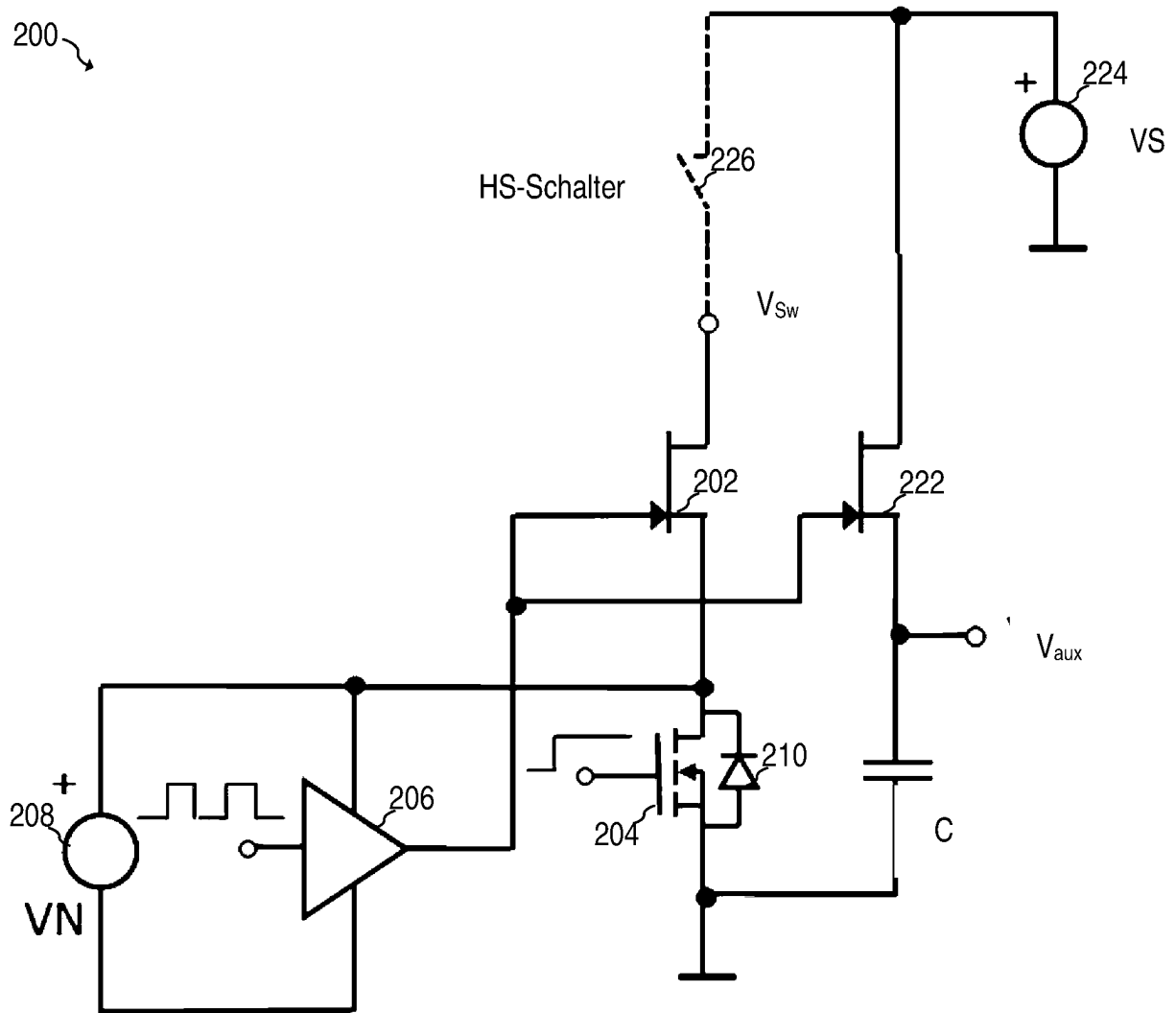


FIG. 2

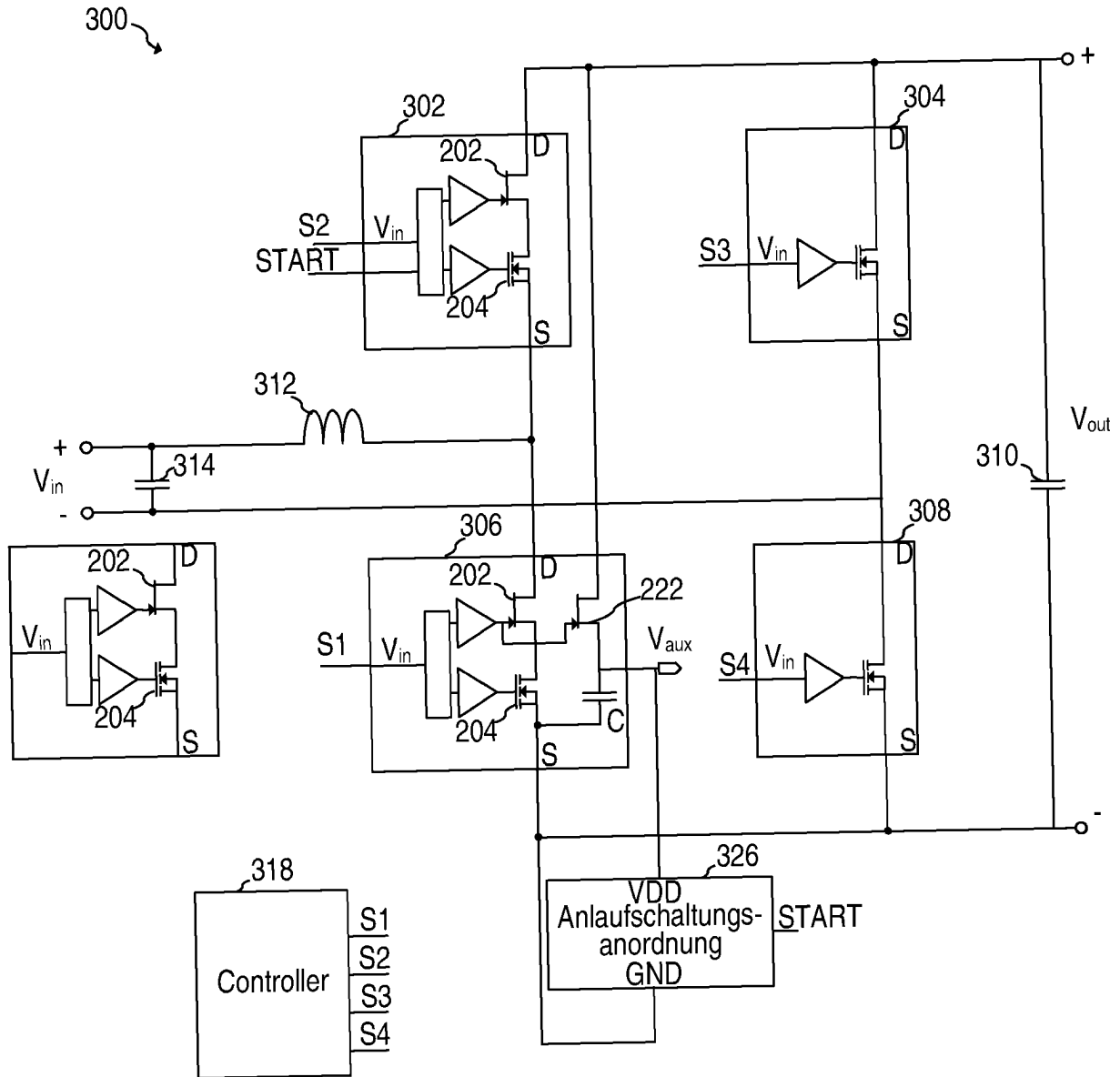


FIG. 3

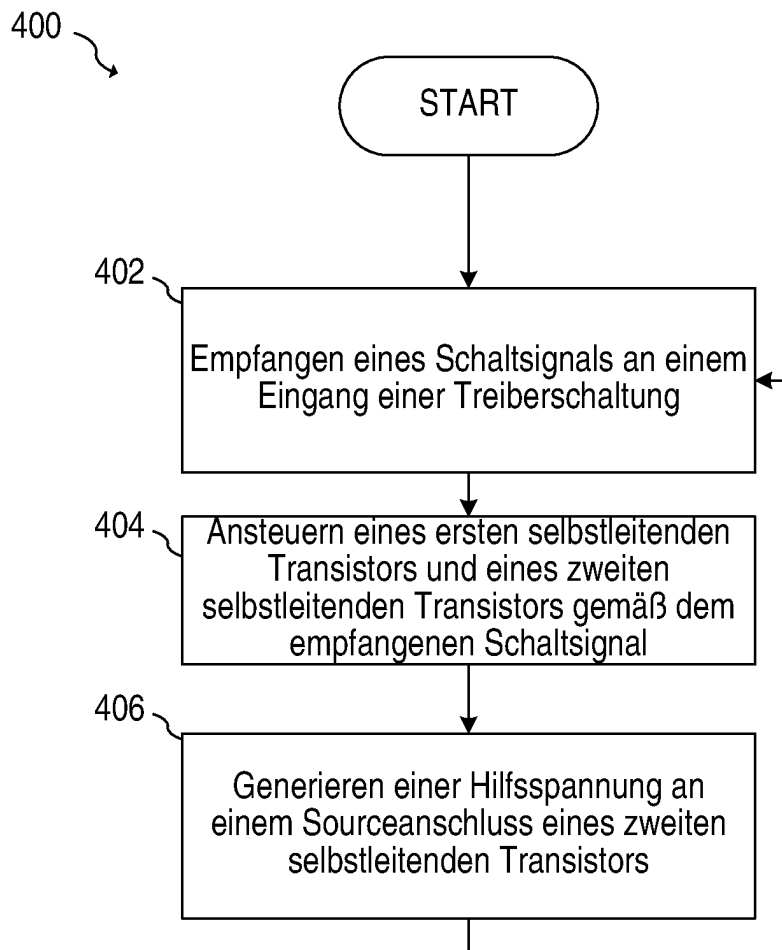


FIG. 4