



(10) **DE 10 2016 216 993 A1** 2017.03.09

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 216 993.9**

(22) Anmeldetag: **07.09.2016**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2017**

(51) Int Cl.: **H02M 1/08** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2015-177234

09.09.2015

JP

(71) Anmelder:

Mitsubishi Electric Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

**Hoefer & Partner Patentanwälte mbB, 81543
München, DE**

(72) Erfinder:

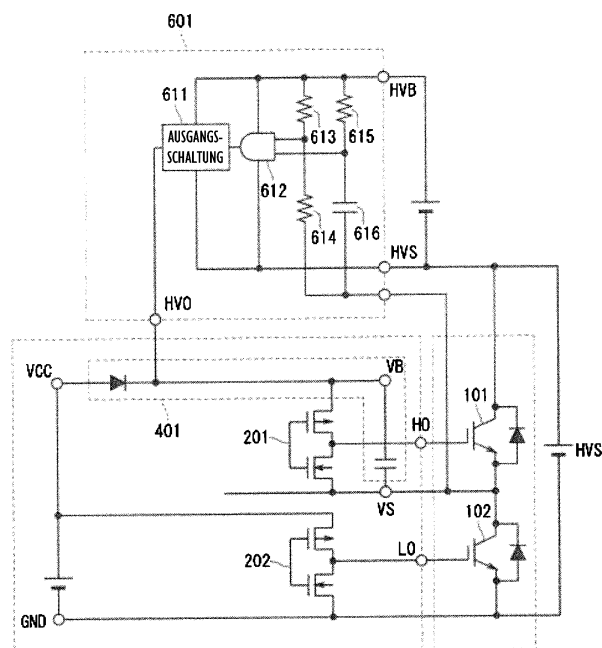
**Yoshida, Hiroshi, Fukuoka-shi, Fukuoka, JP;
Oyama, Kyoko, Fukuoka-shi, Fukuoka, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Bootstrap-Kompensierungsschaltung und Leistungsmodul**

(57) Zusammenfassung: Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung weist auf: eine Mehrzahl von Widerständen (613, 614), die zwischen einem unbestimmten Potential, das zu einem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und einem Referenzpotential in Serie verbunden sind; einen zweiten Kondensator (701), der einen Anschluss mit einem Extraktionspunkt eines geteilten Potentials verbunden aufweist und den anderen Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden aufweist, wobei sich der Extraktionspunkt des geteilten Potentials zwischen der Mehrzahl von Widerständen befindet; und eine Ausgangsschaltung (611), die gemäß einem Potential des Extraktionspunkts des geteilten Potentials einen Strom an einen ersten Kondensator (1001) bereitstellt.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die in der vorliegenden Beschreibung offenbarte Technologie bezieht sich auf eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul, insbesondere auf eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die einen Strom an eine Bootstrap-Schaltung bereitstellt, welche verwendet wird, um ein nach Totem-Pole-Art verbundenes High-Side-Schaltelement zu steuern, und bezieht sich auf ein Leistungsmodul, welches die Bootstrap-Kompensierungsschaltung aufweist.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Allgemein muss in dem Fall einer Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern jedes der nach Totem-Pole-Art verbundenen Leistungsvorrichtungen, wie einer Inverter-Schaltung, eine isolierte, einzelne Leistungsquelle für jede Steuerschaltung auf einer High-Side und jede Steuerschaltung auf einer Low-Side verwendet werden.

[0003] Eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern eines Einphasen-Inverters muss insgesamt drei isolierte Leistungsquellen aufweisen, das heißt, zwei isolierte Leistungsquellen auf der High-Side und eine isolierte Leistungsquelle auf der Low-Side.

[0004] Weiter muss eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern eines Dreiphasen-Inverters drei isolierte Leistungsquellen auf der High-Side aufweisen, und muss daher insgesamt vier isolierte Leistungsquellen aufweisen; somit besteht ein Problem, dass die Größe der Leistungsvorrichtungssteuerschaltung erhöht wird.

[0005] Andererseits gibt es, um die Anzahl von Leistungsquellen zu reduzieren, auch eine Anordnung, in welcher Bootstrap-Schaltungen als die Leistungsquellen für die Steuerschaltungen auf der High-Side verwendet werden, sodass die Anzahl von Leistungsquellen der Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern des Dreiphasen-Inverters auf eine reduziert wird.

[0006] Eine Bootstrap-Schaltung kann jedoch einen Kondensator nicht laden, wenn eine Leistungsvorrichtung auf einer High-Side in einem EIN-Zustand arbeitet. Deshalb sinkt, wenn die Leistungsvorrichtung auf der High-Side für lange Zeit in einem EIN-Zustand arbeitet, eine Leistungsquellenspannung; deshalb ist es schwierig, eine Bootstrap-Schaltung für ein Steuerungsverfahren anzuwenden, in welchem die Leistungs-

vorrichtung für lange Zeit in einem EIN-Zustand arbeitet.

[0007] Um dieses Problem zu adressieren, wird eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung vorgeschlagen (siehe zum Beispiel die offengelegte japanische Patentanmeldung Nr. 2011-234430), um zu ermöglichen, einen Kondensator in einer Bootstrap-Schaltung ausreichend zu laden, und um die Schaltung zu vereinfachen und zu verkleinern.

[0008] In dem Fall, dass eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, wie in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 2011-234430 beschrieben, verwendet wird, ist jedoch die Reaktionsgeschwindigkeit ein Problem, das adressiert werden muss, wenn eine mögliche Anwendung der Bootstrap-Kompensierungsschaltung in Betracht gezogen wird, in welcher eine hohe Spannung wie 600 V oder 1200 V angelegt wird.

[0009] Eine ohmsche Spannungsteilerschaltung in einer Bootstrap-Kompensierungsschaltung muss zwischen einer Hochspannungsseite einer Leistungsquellenspannung und einem Referenzpotential vorgesehen werden. Weiter muss eine ohmsche Spannungsteilerschaltung einen Widerstand mit einem hohen Widerstandswert aufweisen, um den durch die Spannungsteilerwiderstände fließenden Strom zu reduzieren.

[0010] Als eine Folge wird ein Stromverbrauch in den Spannungsteilerwiderständen reduziert, aber gleichzeitig wird eine Zeitkonstante einer CR-Schaltung, die durch die Spannungsteilerwiderstände und die begleitende parasitäre Kapazität gebildet wird, erhöht, wodurch die Reaktionsgeschwindigkeit verringert wird.

[0011] Das Ausgangssignal der Ausgangsschaltung wird aufgrund des Umschaltens des Ausgangssignals der ohmschen Spannungsteilerschaltung, wenn die Leistungsquellenspannung höher wird als das Referenzpotential, von einem EIN-Zustand zu einem AUS-Zustand umgeschaltet. Weil die Ausgangsreaktion der ohmschen Spannungsteilerschaltung langsamer ist als die Änderung der Leistungsquellenspannung, wird jedoch das Umschalten der Ausgangsschaltung zwischen dem EIN-Zustand und dem AUS-Zustand ebenfalls verzögert.

[0012] In dem Fall, dass eine Lastschaltung der Ausgangsschaltung zwischen der Ausgangsschaltung und dem Referenzpotential vorgesehen ist, wird eine außerordentliche elektrische Leistung an die Lastschaltung und die Ausgangsschaltung angelegt, da die Leistungsquellenspannung ansteigt und bis die Ausgangsschaltung in den AUS-Zustand wechselt.

[0013] Alternativ gibt es, um das vorstehend beschriebene Absinken der Reaktionsgeschwindigkeit zu adressieren, ein Verfahren, in welchem ein Kurzzeitreaktionssignal verwendet wird, um eine Hochgeschwindigkeitsreaktion zu erzielen. Selbst in diesem Fall wechselt die Ausgangsschaltung nach einem Abklingen des Kurzzeitreaktionssignals, welches schnell auftritt aber nicht lange anhält, und bis zu einer Generierung eines Gleichstromsignals, welches lange andauert aber spät generiert wird, jedoch in den EIN-Zustand, und eine außerordentliche elektrische Leistung wird außerdem an die Lastschaltung und die Ausgangsschaltung angelegt.

[0014] Es ist zu beachten, dass eine zulässige Leistungsaufnahme unter Berücksichtigung einer Wärmeableitungseigenschaft eines IC-Gehäuses normalerweise mehrere hundert Milliwatt oder weniger beträgt. Um die vorstehend beschriebene Bedingung zu erfüllen, wenn eine hohe Spannung wie 600 V oder 1200 V angelegt wird, ist es notwendig, Spannungsteilerwiderstände mit Widerstandswerten im Bereich von Megaohm zu verwenden.

[0015] Wenn die parasitäre Kapazität, welche die vorstehend beschriebenen Spannungsteilerwiderstände begleitet, mehrere Pikofarad beträgt, wird die Zeitkonstante durch eine Formel ($M\Omega \times$ mehrere Pikofarad) berechnet und die Reaktionsgeschwindigkeit liegt in der Größenordnung von Mikrosekunden. Andererseits liegt die Kurzzeitreaktion zwischen der Leistungsquellenspannung auf der Hochspannungsseite und dem Referenzpotential in der Größenordnung von mehreren Kilovolt pro Mikrosekunde. Als eine Folge wird, bevor die Reaktion innerhalb einer Zeit der Größenordnung einer Mikrosekunde eintritt und die Ausgangsschaltung in den AUS-Zustand wechselt, eine übermäßige elektrische Leistung wie mehrere zehn Watt an die Lastschaltung und die Ausgangsschaltung angelegt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0016] Die in der vorliegenden Beschreibung offenbarte Technologie bezieht sich auf eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, welche ein Absinken einer Reaktionsgeschwindigkeit verhindern oder reduzieren kann, und bezieht sich auf ein Leistungsmodul, welches die Bootstrap-Kompensierungsschaltung aufweist.

[0017] Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die sich auf einen Aspekt der in der vorliegenden Beschreibung offenbarten Technologie bezieht, ist eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, welche einen Strom an eine Bootstrap-Schaltung bereitstellt. Die Bootstrap-Schaltung weist einen ersten Kondensator auf, der zwischen einem Referenzpotential, welches ein Verbindungspunkt zwischen einem High-Side-Schaltelement und einem Low-Side-

Schaltelement ist, und einer High-Side-Steuerschaltung angeschlossen ist, sodass er eine Spannung an die High-Side-Steuerschaltung der High-Side-Steuerschaltung und einer Low-Side-Steuerschaltung bereitstellt, welche jeweils ein Steuern des High-Side-Schaltelements und des Low-Side-Schaltelements kontrollieren, wobei die Schaltelemente nach Totem-Pole-Art verbunden sind, um eine Hochspannungsseite zwischen einem hochspannungsseitigen Potential und einem niederspannungsseitigen Potential zu bilden. Die Bootstrap-Kompensierungsschaltung weist auf: eine Mehrzahl von Widerständen, die zwischen einem unbestimmten Potential, das zu dem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und dem Referenzpotential in Serie verbunden sind; einen zweiten Kondensator, dessen einer Anschluss mit einem Extraktionspunkt eines geteilten Potentials verbunden ist und dessen anderer Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden ist, wobei der Extraktionspunkt des geteilten Potentials ein Punkt zwischen der Mehrzahl von Widerständen ist; und eine Ausgangsschaltung, welche basierend auf einem Potential des Extraktionspunkts des geteilten Potentials einen Strom an den ersten Kondensator bereitstellt.

[0018] Ein Leistungsmodul, das sich auf einen Aspekt der in der vorliegenden Beschreibung offenbarten Technologie bezieht, weist die vorstehend beschriebene Bootstrap-Kompensierungsschaltung, das High-Side-Schaltelement, das Low-Side-Schaltelement, die High-Side-Steuerschaltung, die Low-Side-Steuerschaltung und die Bootstrap-Schaltung auf.

[0019] Weiter ist eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die sich auf einen anderen Aspekt der in der vorliegenden Beschreibung offenbarten Technologie bezieht, eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die einen Strom an eine Bootstrap-Schaltung bereitstellt. Die Bootstrap-Schaltung weist einen ersten Kondensator auf, der zwischen einem Referenzpotential, welches ein Verbindungspunkt zwischen einem High-Side-Schaltelement und einem Low-Side-Schaltelement ist, und einer High-Side-Steuerschaltung angeschlossen ist, sodass er eine Spannung an die High-Side-Steuerschaltung der High-Side-Steuerschaltung und einer Low-Side-Steuerschaltung bereitstellt, die jeweils ein Steuern des High-Side-Schaltelements und des Low-Side-Schaltelements kontrollieren, wobei die Schaltelemente nach Totem-Pole-Art verbunden sind, um eine Hochspannungsseite zwischen einem hochspannungsseitigen Potential und einem niederspannungsseitigen Potential zu bilden. Die Bootstrap-Kompensierungsschaltung weist auf: eine Mehrzahl von ersten Widerständen, die zwischen einem unbestimmten Potential, das zu dem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und dem Referenzpotential in Serie verbunden sind; einen ersten MOSFET, dessen Drain-Anschluss mit einem Extraktionspunkt eines geteil-

ten Potentials verbunden ist und dessen Source-Anschluss und Gate-Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden sind, wobei der Extraktionspunkt des geteilten Potentials ein Punkt zwischen der Mehrzahl von Widerständen ist; und eine Ausgangsschaltung, welche basierend auf einem Potential des Extraktionspunkts des geteilten Potentials einen Strom an den ersten Kondensator bereitstellt.

[0020] Ein Leistungsmodul, das sich auf einen anderen Aspekt der in der vorliegenden Beschreibung offenbarten Technologie bezieht, weist die vorstehend beschriebene Bootstrap-Kompensierungsschaltung, das High-Side-Schaltelement, das Low-Side-Schaltelement, die High-Side-Steuerschaltung, die Low-Side-Steuerschaltung und die Bootstrap-Schaltung auf.

[0021] Da der zweite Kondensator zwischen dem Referenzpotential und dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials vorgesehen ist, ist das Potential an dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials kapazitiv mit dem Referenzpotential gekoppelt. Da das Potential an dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials versucht, eine Potentialrelation mit dem Referenzpotential beizubehalten, ist es mit dieser Anordnung weniger wahrscheinlich, dass das Potential an dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials dem unbestimmten Potential oder dem hochspannungsseitigen Potential folgt. Somit ist es selbst in dem Fall, dass eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung zum Bereitstellen eines Stroms an die Bootstrap-Schaltung vorgesehen ist, möglich, das Absinken der Reaktionsgeschwindigkeit zu verhindern oder zu reduzieren.

[0022] Da die Bootstrap-Schaltung verwendet wird, ist es weiter möglich, die Anzahl von isolierten Leistungsquellen zu reduzieren. Zum Beispiel können in dem Fall eines Einphasen-Inverters herkömmlicherweise notwendige drei isolierte Leistungsquellen auf zwei isolierte Leistungsquellen reduziert werden. Weiter können zum Beispiel in dem Fall eines Dreiphasen-Inverters herkömmlicherweise notwendige vier isolierte Leistungsquellen auf zwei isolierte Leistungsquellen reduziert werden.

[0023] Weiter ist es möglich, statt eines Kondensators eine Struktur zu verwenden, die als ein Element mit einer hohen Source-Drain-Durchbruchspannung ausgebildet ist.

[0024] Diese und andere Aufgaben, Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung der vorliegenden Erfindung im Zusammenhang mit den begleitenden Zeichnungen ersichtlicher.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung veran-

schaulicht, welche sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0026] Fig. 2 ist eine schematische Darstellung, die einen Aspekt einer Verbindung zwischen einer Ausgangsschaltung und einer Lastschaltung veranschaulicht, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0027] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung zum Beschreiben von parasitären Kapazitäten, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform beziehen;

[0028] Fig. 4 ist ein Zeitdiagramm, das einen Betrieb einer Bootstrap-Kompensierungsschaltung zeigt, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0029] Fig. 5 und Fig. 6 sind schematische Darstellungen, die jede eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung zeigt, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0030] Fig. 7 ist eine schematische Darstellung, die ein modifiziertes Beispiel einer Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, welche sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0031] Fig. 8 und Fig. 9 sind schematische Darstellungen, die jede eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung zeigt, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0032] Fig. 10 ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, welche einen Einphasen-Inverter steuert, der sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0033] Fig. 11 ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, welche einen Dreiphasen-Inverter steuert, der sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0034] Fig. 12 und Fig. 13 sind schematische Darstellungen, die jede eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, welche einen Einphasen-Inverter steuert, der sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht;

[0035] Fig. 14 ist eine schematische Darstellung, die Verhalten von Gate-Spannungen und einer Kondensatorspannung in der in Fig. 13 veranschaulichten Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zeigt;

[0036] Fig. 15 ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, welche eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung aufweist, die sich auf eine bevorzugte Anwendung bezieht; und

[0037] Fig. 16 ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und der gleichen veranschaulicht, die sich auf eine bevorzugte Ausführungsform bezieht.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

[0038] Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es ist zu beachten, dass die Zeichnungen schematisch gezeigt sind und die gegenseitigen Verhältnisse zwischen den Größen und den Positionen der in verschiedenen Zeichnungen gezeigten Bilder nicht notwendigerweise exakt gezeichnet sind und geeignet verändert werden können. Weiter erhalten in der nachfolgend gezeigten Beschreibung die gleichen Bauelemente die gleichen Bezugszeichen und weisen die gleichen Namen und Funktionen auf. Deshalb werden solche Bauelemente in einigen Fällen nicht beschrieben.

<Erste bevorzugte Ausführungsform>

[0039] Nachfolgend werden eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul beschrieben, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform beziehen. Für die Einfachheit der Beschreibung wird eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern jeder nach Totem-Pole-Art verbundenen Leistungsvorrichtung wie einer Inverter-Schaltung beschrieben.

[0040] Allgemein muss in dem Fall einer Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern jeder nach Totem-Pole-Art verbundenen Leistungsvorrichtung wie einer Inverter-Schaltung eine isolierte, einzelne Leistungsquelle sowohl für eine Steuerschaltung auf einer High-Side als auch für eine Steuerschaltung auf einer Low-Side verwendet werden.

[0041] Fig. 12 ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, welche einen Einphasen-Inverter steuert. Wie in Fig. 12 veranschaulicht, weist eine solche Schaltung als Leistungsvorrichtungen einen Metall-oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (oder MOSFET) **101**, einen MOSFET **102**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **101** verbunden ist, einen MOSFET **103** und einen MOSFET **104**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **103** verbunden ist, auf, und weist eine High-Side-Steuerschaltung **201** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **101**, eine Low-Side-Steuerschaltung **202** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **102**, eine High-Side-Steuerschaltung **203** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **103**, eine Low-Side-Steuerschaltung **204** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **104**, eine Leistungsquellschaltung **300** als eine Gate-Leistungsquelle für den MOSFET **101**, den MOSFET **102**,

den MOSFET **103** und den MOSFET **104** und eine Gleichrichterschaltung **501**, die mit der Drain-Seite des MOSFETs **101** und der Source-Seite des MOSFETs **102** verbunden ist und mit der Drain-Seite des MOSFETs **103** und der Source-Seite des MOSFETs **104** verbunden ist, auf.

[0042] Die Leistungsquellschaltung **300** weist eine isolierte Leistungsquelle **311** zum Bereitstellen einer Leistungsquellschaltung an die High-Side-Steuerschaltung **201**, eine isolierte Leistungsquelle **312** zum Bereitstellen einer Leistungsquellschaltung an die Low-Side-Steuerschaltung **202** und die Low-Side-Steuerschaltung **204** und eine isolierte Leistungsquelle **313** zum Bereitstellen einer Leistungsquellschaltung an die High-Side-Steuerschaltung **203** auf.

[0043] Eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern eines Einphasen-Inverters muss insgesamt drei isolierte Leistungsquellen aufweisen, das heißt zwei isolierte Leistungsquellen auf der High-Side, welche die isolierte Leistungsquelle **311** und die isolierte Leistungsquelle **313** sind, und eine isolierte Leistungsquelle auf der Low-Side, welche die isolierte Leistungsquelle **312** ist.

[0044] Weiter muss eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern eines Dreiphasen-Inverters drei isolierte Leistungsquellen auf der High-Side aufweisen und muss daher insgesamt vier isolierte Leistungsquellen aufweisen; somit besteht ein Problem, dass die Größe der Leistungsvorrichtungssteuerschaltung erhöht wird.

[0045] Andererseits gibt es, um die Anzahl von Leistungsquellen zu reduzieren, auch eine Anordnung, in der Bootstrap-Schaltungen als die Leistungsquellen für die Steuerschaltungen auf der High-Side verwendet werden, sodass die Anzahl von Leistungsquellen der Leistungsvorrichtungssteuerschaltung zum Steuern des Dreiphasen-Inverters auf eine reduziert wird.

[0046] Fig. 13 ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, welche einen Einphasen-Inverter steuert. Wie in Fig. 13 veranschaulicht, weist eine solche Schaltung als Leistungsvorrichtungen einen Metall-oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (oder MOSFET) **101**, einen MOSFET **102**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **101** verbunden ist, einen MOSFET **103** und einen MOSFET **104**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **103** verbunden ist, auf, und weist eine High-Side-Steuerschaltung **201** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **101**, eine Low-Side-Steuerschaltung **202** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **102**, eine High-Side-Steuerschaltung **203** zum Steuern der Gate-Spannung des MOSFETs **103**, eine Low-Side-Steuerschaltung **204** zum Steu-

ern der Gate-Spannung des MOSFETs **104**, eine Leistungsquellschaltung **301** als eine Gate-Leistungsquelle für den MOSFET **101**, den MOSFET **102**, den MOSFET **103** und den MOSFET **104**, eine Bootstrap-Schaltung **401**, die zwischen der Leistungsquellschaltung **301** und der High-Side-Steuerschaltung **201** angeschlossen ist, eine Bootstrap-Schaltung **403**, die zwischen der Leistungsquellschaltung **301** und der High-Side-Steuerschaltung **203** angeschlossen ist, und eine Gleichrichterschaltung **501**, die mit der Drain-Seite des MOSFETs **101** und der Source-Seite des MOSFETs **102** verbunden ist und mit der Drain-Seite des MOSFETs **103** und der Source-Seite des MOSFETs **104** verbunden ist, auf.

[0047] Die Leistungsquellschaltung **301** weist eine isolierte Leistungsquelle **312** auf. Die Bootstrap-Schaltung **401** und die Bootstrap-Schaltung **403** weisen jede eine Diode **1000** und einen Kondensator **1001** auf.

[0048] Die Anode der Diode **1000** in der Bootstrap-Schaltung **401** ist mit der Leistungsquellschaltung **301** verbunden. Weiter ist die Kathode der Diode **1000** in der Bootstrap-Schaltung **401** mit der High-Side-Steuerschaltung **201** verbunden.

[0049] Ein Anschluss des Kondensators **1001** in der Bootstrap-Schaltung **401** ist mit einem Verbindungspunkt zwischen dem MOSFET **101** und dem MOSFET **102** verbunden, und der andere Anschluss ist mit der Kathode der Diode **1000** verbunden.

[0050] Die Bootstrap-Schaltung kann jedoch den Kondensator **1001** nicht laden, wenn die Leistungsvorrichtung auf der High-Side in einem EIN-Zustand arbeitet. Deshalb sinkt, wenn die Leistungsvorrichtung auf der High-Side für eine lange Zeit in einem EIN-Zustand arbeitet, eine Leistungsquellschaltung ab; deshalb ist es schwierig, eine Bootstrap-Schaltung in einem Steuerverfahren anzuwenden, in welchem die Leistungsvorrichtung für eine lange Zeit in einem EIN-Zustand arbeitet.

[0051] Fig. 14 ist eine schematische Darstellung, welche Verhalten von Gate-Spannungen und einer Kondensatorschaltung in der in Fig. 13 veranschaulichten Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht. Fig. 14 veranschaulicht die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der High-Side, die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der Low-Side und die Kondensatorschaltung in der Bootstrap-Schaltung.

[0052] Wie in Fig. 14 veranschaulicht, befindet sich die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der High-Side innerhalb der Zeit A in einem AUS-Zustand und die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der Low-Side befindet sich in einem EIN-Zustand; so-

mit wird der Kondensator in der Bootstrap-Schaltung geladen, sodass die Kondensatorschaltung steigt.

[0053] Während der Zeit B befindet sich die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der Low-Side in einem AUS-Zustand; somit wird der Kondensator in der Bootstrap-Schaltung entladen, sodass die Kondensatorschaltung sinkt.

[0054] Während der Zeit C wechselt die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der High-Side von dem AUS-Zustand zu dem EIN-Zustand; somit wird der Kondensator in der Bootstrap-Schaltung entladen, sodass die Kondensatorschaltung rasch sinkt.

[0055] Während der Zeit D befindet sich die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der High-Side in dem EIN-Zustand und die Gate-Spannung der Leistungsvorrichtung auf der Low-Side befindet sich in dem AUS-Zustand; somit wird der Kondensator in der Bootstrap-Schaltung entladen, sodass die Kondensatorschaltung sinkt. Wenn diese Zeit lang ist, sinkt die Kondensatorschaltung stark ab.

[0056] Um dieses Problem zu adressieren, wird eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung vorgeschlagen, um zu erreichen, dass der Kondensator in der Bootstrap-Schaltung ausreichend geladen werden kann und dass die Schaltung vereinfacht und verkleinert wird.

[0057] Fig. 15 ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung aufweist. Wie in Fig. 15 veranschaulicht, weist die Schaltung einen MOSFET **101** und einen MOSFET **102**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **101** verbunden ist, eine High-Side-Steuerschaltung **201**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **101** steuert, eine Low-Side-Steuerschaltung **202**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **102** steuert, eine Bootstrap-Schaltung **401**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **201** verbunden ist und eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung **601**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **201** und mit der Bootstrap-Schaltung **401** verbunden ist, auf.

[0058] Die Bootstrap-Kompensierungsschaltung **601** weist eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612** und eine Ausgangsschaltung **611** auf.

[0059] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die

Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615** und ein Kondensator **616** in Serie verbunden sind. Es ist zu beachten, dass die Anzahl von Widerständen in der ohmschen Spannungsteilerschaltung nicht auf zwei beschränkt ist und zwei oder mehr sein kann.

[0060] In dem Fall, dass eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung verwendet wird, sollte jedoch die Reaktionsgeschwindigkeit der Bootstrap-Kompensierungsschaltung beachtet werden, wenn eine mögliche Anwendung der Bootstrap-Kompensierungsschaltung in Betracht gezogen wird, in welcher eine hohe Spannung wie 600 V oder 1200 V angelegt wird.

[0061] Fig. 16 ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und dergleichen veranschaulicht. Wie in Fig. 16 veranschaulicht, weist die Bootstrap-Kompensierungsschaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel mit der ohmschen Spannungsteilerschaltung verbunden ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, eine Lastschaltung **617**, einen Transistor **618** und einen Transistor **619** auf.

[0062] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher der Widerstand **613** und der Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher der Widerstand **615** und der Kondensator **616** in Serie verbunden sind.

[0063] An die UND-Schaltung werden (i) der Punkt zwischen dem Widerstand **613** und dem Widerstand **614**, das heißt ein Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials der ohmschen Spannungsteilerschaltung, und (ii) ein Kurzzeitreaktionssignal V_{dvd} zwischen dem Widerstand **615** und dem Kondensator **616**, das heißt das Ausgangssignal der Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, angelegt. Weiter wird das Ausgangssignal der UND-Schaltung **612** in die Ausgangsschaltung **611** gegeben.

[0064] Das Ausgangssignal der Ausgangsschaltung **611** wird in die Lastschaltung **617** und weiter an den Transistor **618** und den Transistor **619** gegeben.

[0065] Die Ausgangsschaltung **611** wird dadurch gesteuert, sich in einem EIN-Zustand oder einem AUS-Zustand zu befinden, dass sich das unbestimmte Potential HVB mit Bezug auf das Referenzpotential VS stufenlos ändert und dass das unbestimmte Potential HVB mit Bezug auf das Referenzpotential VS steigt und fällt. Das Potential des unbestimmten Potentials HVB wird mit Bezug auf das Referenzpotential VS basierend darauf erfasst, ob das Ausgangssignal der ohmschen Spannungsteilerschaltung, die

zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS vorgesehen ist, höher ist als ein vorbestimmter Schwellenwert, und der Fall, dass der Schwellenwert überschritten wird, und der Fall, dass der Schwellenwert nicht überschritten wird, werden jeweils als "H" und "L" definiert. Entsprechend dem Ergebnis der Potentialerfassung wird die Steuerung der Ausgangsschaltung **611** gesteuert.

[0066] Hierbei muss die ohmsche Spannungsteilerschaltung zwischen der Hochspannungsseite der Leistungsquellenspannung und dem Referenzpotential vorgesehen sein, wie vorstehend beschrieben. Weiter muss die ohmsche Spannungsteilerschaltung Widerstände aufweisen, die so hohe Widerstandswerte aufweisen, dass der durch die Spannungsteilerwiderstände fließende Strom klein ist.

[0067] Als eine Folge wird eine Stromaufnahme in den Spannungsteilerwiderständen reduziert, aber gleichzeitig wird eine Zeitkonstante einer CR-Schaltung, die durch die Spannungsteilerwiderstände und eine begleitende parasitäre Kapazität gebildet wird, erhöht, wodurch die Reaktionsgeschwindigkeit verringert wird.

[0068] Das Ausgangssignal der Ausgangsschaltung wird aufgrund des Umschaltens des Ausgangs der ohmschen Spannungsteilerschaltung, wenn die Leistungsquellenspannung höher wird als das Referenzpotential, von dem EIN-Zustand zu dem AUS-Zustand umgeschaltet. Weil die Ausgangsreaktion der ohmschen Spannungsteilerschaltung langsamer ist als die Änderung der Leistungsquellenspannung, wird jedoch das Umschalten der Ausgangsschaltung zwischen dem EIN-Zustand und dem AUS-Zustand ebenfalls verzögert.

[0069] In dem Fall, dass eine Lastschaltung der Ausgangsschaltung zwischen der Ausgangsschaltung und dem Referenzpotential vorgesehen ist, wird eine außerordentliche elektrische Leistung an die Lastschaltung und die Ausgangsschaltung angelegt, da die Leistungsquellenspannung ansteigt und bis die Ausgangsschaltung in den AUS-Zustand wechselt.

[0070] Weiter gibt es, um das vorstehend beschriebene Absinken der Reaktionsgeschwindigkeit zu adressieren, ein Verfahren, in welchem ein Kurzzeitreaktionssignal verwendet wird, um eine Hochgeschwindigkeitsreaktion zu erzielen. Selbst in diesem Fall wechselt jedoch die Ausgangsschaltung nach einem Abklingen des Kurzzeitreaktionssignals, welches schnell erscheint aber nicht lange andauert, und bis zur Generierung eines Gleichstromsignals, welches lange andauert aber spät generiert wird, in einen EIN-Zustand, und eine außerordentliche elektrische Leistung wird schließlich an die Lastschaltung und die Ausgangsschaltung angelegt.

[0071] Es ist zu beachten, dass eine zulässige Leistungsaufnahme normalerweise mehrere hundert Milliwatt oder weniger beträgt, wenn eine Wärmeableitungseigenschaft eines IC-Gehäuses in Betracht gezogen wird. Um die vorstehend beschriebene Bedingung zu erfüllen, wenn eine hohe Spannung wie 600 V oder 1200 V angelegt wird, ist es notwendig, Spannungsteilerwiderstände mit Widerstandswerten im Bereich von Megaohm zu verwenden.

[0072] Wenn die parasitäre Kapazität, welche mit den vorstehend beschriebenen Spannungsteilerwiderstände einhergeht, mehrere Pikofarad beträgt, wird die Zeitkonstante durch eine Formel ($M\Omega \times$ mehrere Pikofarad) berechnet, und die Reaktionsgeschwindigkeit liegt in der Größenordnung einer Mikrosekunde. Andererseits liegt die Kurzzeitreaktion zwischen dem unbestimmten Potential HVB auf der Hochspannungsseite und dem Referenzpotential VS in der Größenordnung von mehreren Kilovolt pro Mikrosekunde. Als eine Folge wird, bevor die Reaktion innerhalb einer Zeit in der Größenordnung einer Mikrosekunde auftritt und die Ausgangsschaltung in den AUS-Zustand wechselt, eine außerordentliche elektrische Leistung wie mehrere zehn Watt an die Lastschaltung und die Ausgangsschaltung angelegt.

<Anordnung>

[0073] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht.

[0074] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, weist die Schaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, eine Lastschaltung **617** und einen Kondensator **701** auf.

[0075] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615** und ein Kondensator **616** in Serie verbunden sind. Der Kondensator **701** ist zwischen einem Extraktionspunkt VMON eines geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen.

[0076] Die Ausgangsschaltung **611** wird dadurch gesteuert, sich in einem EIN-Zustand oder einem AUS-Zustand zu befinden, dass sich das unbestimmte Potential HVB mit Bezug auf das Referenzpotential VS fließend ändert und dass das unbestimmte Potential HVB mit Bezug auf das Referenzpotential VS steigt

oder fällt. Das Potential des unbestimmten Potentials HVB wird mit Bezug auf das Referenzpotential VS basierend darauf erfasst, ob das Ausgangssignal der ohmschen Spannungsteilerschaltung, die zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS vorgesehen ist, höher ist als ein vorbestimmter Schwellenwert, und der Fall, dass der Schwellenwert überschritten wird, und der Fall, dass der Schwellenwert nicht überschritten wird, werden jeweils als "H" und "L" definiert. Dann wird gemäß dem Ergebnis der Potentialerfassung die Steuerung der Ausgangsschaltung **611** gesteuert.

[0077] Das Steuern der Ausgangsschaltung **611** zwischen dem EIN-Zustand und dem AUS-Zustand wird unter Verwendung der ohmschen Spannungsteilerschaltung und der UND-Schaltung **612** im Sinne eines Gleichstroms ähnlich zu dem herkömmlichen Verfahren durchgeführt. Zum Beispiel wird, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS sinkt und daher der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials mit Bezug auf die UND-Schaltung **612** auf einem "H"-Pegel liegt, die Ausgangsschaltung **611** so gesteuert, dass sie in den EIN-Zustand wechselt. Weiter wird, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS steigt und daher der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials mit Bezug auf die UND-Schaltung **612** auf einem "L"-Pegel liegt, die Ausgangsschaltung **611** so gesteuert, dass sie in den AUS-Zustand wechselt.

[0078] Das Kurzzeitreaktionssignal Vdvd, welches das Ausgangssignal der Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist, ist im Sinne eines Gleichstrombetriebs konstant gleich dem unbestimmten Potential HVB und liegt mit Bezug auf die UND-Schaltung **612** konstant auf dem "H"-Pegel. Deshalb wird das Steuern der Ausgangsschaltung **611** nur durch die ohmsche Spannungsteilerschaltung ausgeführt.

[0079] Fig. 2 ist eine schematische Darstellung, die einen Verbindungsaspekt zwischen der Ausgangsschaltung **611** und der Lastschaltung **617** veranschaulicht. Wie in Fig. 2 veranschaulicht, weist die Ausgangsschaltung **611** eine NICHT-Schaltung **901**, eine mit der Ausgangsseite der NICHT-Schaltung **901** verbundene NICHT-Schaltung **902**, eine mit der Ausgangsseite der NICHT-Schaltung **902** verbundene NICHT-Schaltung **903** und einen p-Typ-MOSFET **904** auf. Der Gate-Anschluss des MOSFETs **904** ist mit der Ausgangsseite der NICHT-Schaltung **903** verbunden, der Drain-Anschluss ist mit einer Leistungsquellenspannung HVS verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem unbestimmten Potential HVB verbunden.

[0080] Fig. 3 ist eine schematische Darstellung zum Beschreiben von parasitären Kapazitäten. Wie in

Fig. 3 veranschaulicht, weist die Ausgangsschaltung eine parasitäre Kapazität **905**, die zu einer Kapazität zwischen Drähten und dergleichen korrespondiert, sowie eine parasitäre Kapazität **906** und eine parasitäre Kapazität **907**, die zu einer Gate-Drain-Kapazität, einer Gate-Source-Kapazität oder einer Spiegelkapazität korrespondieren, auf.

[0081] Bezüglich einer Kurzzeitreaktion in der vorstehend beschriebenen Schaltung wird, da die parasitären Kapazitäten wie in **Fig. 3** veranschaulicht auftreten, der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials der ohmschen Spannungsteilerschaltung mit Bezug auf den Übergang des Potentials zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS verzögert. Dies geschieht, weil das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials aufgrund der parasitären Kapazitäten und weil, wenn sich das unbestimmte Potential HVB oder die Leistungsquellenspannung HVS mit Bezug auf das Referenzpotential VS ändert, der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials sich der Änderung folgend ebenso ändert, kapazitiv mit dem unbestimmten Potential HVB oder der Leistungsquellenspannung HVS gekoppelt ist.

[0082] Wenn jedoch der Kondensator **701** zwischen dem Referenzpotential VS und dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials vorgesehen ist, wie in der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform veranschaulicht, ist das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials kapazitiv mit dem Referenzpotential VS gekoppelt. Mit dieser Anordnung versucht das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials, das Potentialverhältnis mit dem Referenzpotential VS beizubehalten; deshalb ist es weniger wahrscheinlich, dass das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials dem unbestimmten Potential HVB oder der Leistungsquellenspannung HVS folgt. Als eine Folge wird, wenn das Potential des unbestimmten Potentials HVB oder die Leistungsquellenspannung HVS mit Bezug auf das Referenzpotential VS ansteigt, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials sehr schnell niedriger als der vorbestimmte Schwellenwert. Deshalb kann die Verzögerung beim Steuern der Ausgangsschaltung **611** in den AUS-Zustand reduziert werden.

[0083] Mit diesem Betrieb kann das Gleichstromsignal generiert werden, bevor das Kurzzeitreaktionssignal Vdvd_t, welches zu der Zeit generiert wird, wenn das unbestimmte Potential HVB oder die Leistungsquellenspannung HVS mit Bezug auf die Referenzspannung VS ansteigt, abklingt.

[0084] Weiter wird außerdem in dem Betrieb, dass die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB oder der Leistungsquellenspannung HVS und dem Referenzpotential VS sinkt und die

Ausgangsschaltung somit in dem EIN-Zustand geschaltet wird, aufgrund des Kondensators **701**, der zwischen dem Referenzpotential VS und dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials vorgesehen ist, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials sehr schnell höher als der vorbestimmte Schwellenwert. Als eine Folge ist es möglich, die Verzögerung eines Steuerns der Ausgangsschaltung **611** in den EIN-Zustand zu reduzieren.

[0085] Weiter kann mit der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform in dem Fall, dass bestimmt werden kann, dass das Gleichstromsignal von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials zum Schalten der Ausgangsschaltung **611** in den AUS-Zustand schnell genug generiert werden kann, die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung weggelassen werden.

<Betrieb>

[0086] **Fig. 4** ist ein Zeitdiagramm, das einen Betrieb der Bootstrap-Kompensierungsschaltung zeigt, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht. **Fig. 4** veranschaulicht jedes der Potentiale des Referenzpotentials VS, des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials und des Ausgangssignals der Ausgangsschaltung **611**. Es ist zu beachten, dass das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials für den Fall, in welchem der Kondensator **701** vorgesehen ist, durch eine dicke Linie und für den Fall, in welchem der Kondensator **701** nicht vorgesehen ist, durch eine dünne Linie repräsentiert wird.

[0087] Mit Bezug auf **Fig. 4** zeigt ein Vergleich der Potentiale des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials zu der Zeit des Ansteigens der Leistungsquellenspannung HVS mit Bezug auf das Referenzpotential VS, dass in dem Fall, dass der Kondensator **701** nicht vorgesehen ist, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials der Leistungsquellenspannung HVS folgt und das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials relativ langsam sinkt. Dann, wenn das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials niedriger wird als der vorbestimmte Schwellenwert, wechselt die Ausgangsschaltung **611** in den AUS-Zustand. Im Gegensatz dazu sinkt in dem Fall, dass der Kondensator **701** vorgesehen ist, weil das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials das Potentialverhältnis mit dem Referenzpotential VS zu halten versucht, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials schnell. Dann wird das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials sofort niedriger als der vorbestimmte Schwellenwert, und die Ausgangsschaltung **611** wechselt in den AUS-Zustand.

[0088] Weiter zeigt ein Vergleich der Potentiale des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials zu der Zeit, wenn die Potentialdifferenz zwischen der Leistungsquellespannung HVS und dem Referenzpotential VS sinkt, dass in dem Fall, dass der Kondensator **701** nicht vorgesehen ist, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials der Leistungsquellespannung HVS folgt und das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials relativ langsam steigt. Dann, wenn das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials höher wird als der vorbestimmte Schwellenwert, wechselt die Ausgangsschaltung **611** in den EIN-Zustand. Im Gegensatz dazu steigt in dem Fall, dass der Kondensator **701** vorgesehen ist, weil das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials das Potentialverhältnis mit dem Referenzpotential VS beizubehalten versucht, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials schnell. Dann wird das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials sofort höher als der vorbestimmte Schwellenwert und die Ausgangsschaltung **611** wechselt in den EIN-Zustand.

[0089] Die vorstehende Beschreibung zeigt, dass in dem Fall, dass der Kondensator **701** vorgesehen ist, die Reaktionsgeschwindigkeit der Bootstrap-Kompensierungsschaltung verbessert werden kann.

[0090] Es ist zu beachten, dass die Stellen, mit denen der Kondensator **701** verbunden ist, nicht auf den Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials und das Referenzpotential VS beschränkt sind, und durch Vorsehen von zwei oder mehr Punkten auf dem Weg von dem unbestimmten Potential HVB zu dem Referenzpotential VS in der ohmschen Spannungsteilerschaltung die gleichen Wirkungen auch erzielt werden können.

<Zweite bevorzugte Ausführungsform>

[0091] Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform beziehen, werden beschrieben. Nachfolgend werden Anordnungen, die den in der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform beschriebenen Anordnungen ähnlich sind, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und die Beschreibung der Anordnungen wird geeignet weggelassen.

<Anordnung>

[0092] Fig. 5 ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht.

[0093] Wie in Fig. 5 veranschaulicht, weist die Schaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die

über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, eine Lastschaltung **617** und einen MOSFET **702** auf.

[0094] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615** und ein MOSFET **703** in Serie verbunden sind. Der MOSFET **702** ist zwischen einem Extraktionspunkt VMON eines geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen.

[0095] Jeder der MOSFETs **702** und **703** wird konstant in dem Zustand verwendet, dass sich der Kanal in einem AUS-Zustand befindet, wobei der Gate-Anschluss und der Source-Anschluss verbunden sind. Den MOSFET **702** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. Den MOSFET **703** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Potential des Kurzzeitreaktionssignals Vdvd verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. In der vorstehend beschriebenen Schaltung wird jeden der MOSFETs **702** und **703** betreffend die Kapazität zwischen dem Drain-Anschluss und dem rückwärtigen Gate-Anschluss verwendet.

[0096] In dem Fall, dass ein Kondensator zum Beispiel unter Verwendung einer Gate-Oxidschicht hergestellt wird, muss die Gate-Oxidschicht dicker ausgebildet werden, sodass eine Spannungsfestigkeit sichergestellt wird. In diesem Fall ist eine Strombelastbarkeit eines MOSFETs, der normalerweise für eine Logikschaltung und dergleichen verwendet wird, gering, und um eine ausreichende Strombelastbarkeit sicherzustellen, muss die Fläche, die durch den MOSFET ausgefüllt wird, größer sein.

[0097] In der Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht, ist die Anordnung, die als ein Element ausgebildet ist, welche eine hohe Source-Drain-Durchschlagsspannung aufweist, für einen Kondensator abgewandelt; somit kann die Anordnung selbst in dem Fall, dass eine hohe Spannung wie 600 V oder 1200 V angelegt wird, für Elemente wie einen IC angewendet werden, ohne einen Prozessschritt oder dergleichen hinzuzufügen.

<Dritte bevorzugte Ausführungsform>

[0098] Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform beziehen, werden beschrieben. Nachfolgend werden Anordnungen, die den in der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform beschriebenen Anordnungen ähnlich sind, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und die Beschreibung der Anordnungen wird geeignet weggelassen.

<Anordnung>

[0099] Fig. 6 ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht.

[0100] Wie in Fig. 6 veranschaulicht, weist die Schaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, eine Lastschaltung **617** und einen MOSFET **704** auf.

[0101] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615**, ein MOSFET **705** und ein n-Typ-MOSFET **706** in Serie verbunden sind. Der MOSFET **704** ist zwischen einem Extraktionspunkt VMON eines geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen.

[0102] Ein Anschluss des Widerstands **615** ist mit dem unbestimmten Potential HVB verbunden. Der Gate-Anschluss und der Source-Anschluss des MOSFETs **705** sind verbunden. Der Gate-Anschluss und der Drain-Anschluss des MOSFETs **706** sind verbunden. Den MOSFET **705** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Potential des Kurzzeitreaktionssignals Vdvdv verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **706** verbunden. Den MOSFET **706** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Source-Anschluss des MOSFETs **705** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. Den MOSFET **704** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. Weiter sind der Gate-Anschluss des MOSFETs **704**, der Gate-Anschluss des MOSFETs **705** und der Gate-Anschluss des MOSFETs **706** miteinander verbunden.

[0103] Der MOSFET **706** generiert eine Spannung gemäß den Eigenschaften eines n-Typ-MOSFETs, wenn ein Kurzzeitstrom fließt, und die Gate-Spannung spannt das Gate eines anderen n-Typ-MOSFETs, das heißt des MOSFETs **704**, vor.

[0104] Der MOSFET **704** ist ausgelegt, von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials einen Strom zu ziehen, der zu dem durch die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung fließenden Strom korrespondiert.

[0105] Die erste bevorzugte Ausführungsform weist eine Anordnung auf, in welcher der Kondensator zwischen dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen ist, sodass ein Strom von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials als ein Ladestrom für den Kondensator gezogen wird, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB oder der Leistungsquellenspannung HVS und dem Referenzpotential VS steigt.

[0106] Im Gegensatz dazu ist in der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform der Strom, der von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials fließt, der Drain-Source-Strom eines n-Typ-MOSFETs.

[0107] In der ersten bevorzugten Ausführungsform hängt der Ladestrom für den Kondensator größtenteils von einer Fläche des Kondensators ab; in der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform kann jedoch, wenn ein Stromverhältnis der ohmschen Spannungsteilerschaltung zu der Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung hoch festgelegt ist, ein größerer Strom von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials gezogen werden. Als eine Folge ist es möglich, ein Wachsen der Schaltungsgröße zu verhindern oder zu reduzieren.

[0108] Weiter kann das Stromverhältnis der ohmschen Spannungsteilerschaltung zu der Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung groß festgelegt werden, und ein Strom kann von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials unter Verwendung eines kleinen n-Typ-MOSFET gezogen werden. Weiter ist es möglich, da der MOSFET **704** in Kombination mit der Kurzzeitreaktionsschaltung verwendet wird, welche eine Hochgeschwindigkeitsreaktion aufweist, einen Nachteil auszugleichen, dass das von der Kurzzeitreaktionsschaltung ausgegebene Kurzzeitreaktionssignal Vdvdv nicht lange andauert.

[0109] Fig. 7 ist eine schematische Darstellung, die ein modifiziertes Beispiel einer Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, das sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht.

[0110] Wie in **Fig. 7** veranschaulicht, weist die Schaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, einen MOSFET **707**, einen MOSFET **708**, einen MOSFET **709**, einen MOSFET **710**, einen MOSFET **711** und einen MOSFET **712** auf.

[0111] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615**, ein MOSFET **705** und ein MOSFET **706** in Serie verbunden sind. Der MOSFET **707** und der MOSFET **708** sind zwischen dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen.

[0112] Der Gate-Anschluss und der Source-Anschluss des MOSFETs **705** sind verbunden. Der Gate-Anschluss und der Drain-Anschluss des MOSFETs **706** sind verbunden. Der Gate-Anschluss und der Drain-Anschluss des MOSFETs **708** sind verbunden. Der Gate-Anschluss und der Drain-Anschluss des MOSFETs **711** sind verbunden. Den MOSFET **705** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Potential des Kurzzeitreaktionssignals V_{dvd} verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **706** verbunden. Den MOSFET **706** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Source-Anschluss des MOSFETs **705** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. Den MOSFET **707** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **708** verbunden. Den MOSFET **708** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Source-Anschluss des MOSFETs **707** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. Den MOSFET **709** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **710** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden. Den MOSFET **710** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **709** verbunden und der Source-Anschluss ist mit einem Leistungsquellenpotential LVB verbunden. Den MOSFET **711** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **712** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Leistungsquellenpotential LVB verbunden. Den MOSFET **712** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **711** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden.

[0113] Der Gate-Anschluss des MOSFETs **712**, der Gate-Anschluss des MOSFETs **705** und der Gate-Anschluss des MOSFETs **706** sind miteinander verbunden. Weiter sind der Gate-Anschluss des MOSFETs **710** und der Gate-Anschluss des MOSFETs **711** miteinander verbunden. Weiter sind der Gate-Anschluss des MOSFETs **708** und der Gate-Anschluss des MOSFETs **709** miteinander verbunden. Weiter ist der Gate-Anschluss des MOSFETs **707** mit dem Drain-Anschluss des MOSFETs **709** verbunden.

<Vierte bevorzugte Ausführungsform>

[0114] Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform beziehen, werden beschrieben. Nachfolgend werden Anordnungen, die den in der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform beschriebenen Anordnungen ähnlich sind, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und die Beschreibung der Anordnungen wird geeignet weggelassen.

<Anordnung>

[0115] **Fig. 8** ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht.

[0116] Wie in **Fig. 8** veranschaulicht, weist die Schaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, eine Lastschaltung **617**, einen MOSFET **702** und eine Diode **801** auf.

[0117] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615** und ein Kondensator **616** in Serie verbunden sind. Der MOSFET **702** ist zwischen einem Extraktionspunkt VMON eines geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen.

[0118] Der MOSFET **702** wird konstant in dem Zustand verwendet, dass sich der Kanal in einem AUS-Zustand befindet, wobei der Gate-Anschluss und der Source-Anschluss verbunden sind. Den MOSFET **702** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden.

[0119] Die Diode **801** ist zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials angeschlossen. Die Diode **801** ist mit der Kathode in Richtung der Seite des unbestimmten Potentials HVB und der Anode in Richtung der Seite des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials angeordnet.

[0120] In der Anordnung der ersten bevorzugten Ausführungsform wird, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB oder der Leistungsquellenspannung HVS und dem Referenzpotential VS steil abfällt, nur das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials aufgrund des Kondensators zwischen dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS hoch gehalten. Der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials sinkt mit der Zeit ab auf das Potential gemäß dem Verhältnis der Teilerwiderstände zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS; es besteht jedoch eine Möglichkeit, dass eine hohe Spannung an den Gate-Eingang der UND-Schaltung **612** angelegt wird, bevor sich das Potential einpendelt.

[0121] In der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform wird, wenn das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials höher wird als das unbestimmte Potential HVB, die Diode **801** vorwärts vorgespannt, sodass der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials durch die Durchlassspannung der Diode **801** zu dem Potential gezogen wird, das höher ist als das unbestimmte Potential HVB. Als eine Folge ist es möglich, zu verhindern, dass eine hohe Spannung an den Gate-Eingang der UND-Schaltung **612** angelegt wird.

[0122] Es ist zu beachten, dass der MOSFET **702** durch den in **Fig. 1** veranschaulichten Kondensator **701** ersetzt werden kann.

<Fünfte bevorzugte Ausführungsform>

[0123] Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform beziehen, werden beschrieben. Nachfolgend werden Anordnungen, die den in der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform beschriebenen Anordnungen ähnlich sind, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und die Beschreibung der Anordnungen wird geeignet weggelassen.

<Anordnung>

[0124] **Fig. 9** ist eine schematische Darstellung, die eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht.

[0125] Wie in **Fig. 9** veranschaulicht, weist die Schaltung eine ohmsche Spannungsteilerschaltung, die über einem unbestimmten Potential HVB auf einer Hochspannungsseite und einem Referenzpotential VS vorgesehen ist, eine Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung, die parallel zu der ohmschen Spannungsteilerschaltung angeschlossen ist, eine UND-Schaltung **612**, eine Ausgangsschaltung **611**, eine Lastschaltung **617**, einen MOSFET **702** und eine Zener-Diode **802** auf.

[0126] Die ohmsche Spannungsteilerschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **613** und ein Widerstand **614** in Serie verbunden sind. Die Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung ist eine Schaltung, in welcher ein Widerstand **615** und ein Kondensator **616** in Serie verbunden sind. Der MOSFET **702** ist zwischen einem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials und dem Referenzpotential VS vorgesehen.

[0127] Der MOSFET **702** wird konstant in dem Zustand verwendet, dass sich der Kanal in einem AUS-Zustand befindet, wobei der Gate-Anschluss und der Source-Anschluss verbunden sind. Den MOSFET **702** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden.

[0128] Die Zener-Diode **802** ist zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials angeschlossen. Die Zener-Diode **802** ist mit der Kathode in Richtung der Seite des unbestimmten Potentials HVB und mit der Anode in Richtung der Seite des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials angeordnet.

[0129] In der vorliegenden bevorzugten Ausführungsform wechselt, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS steigt und das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials somit außerordentlich zu fallen beginnt, die Zener-Diode **802** in einen Durchbruch-Zustand, sodass das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials gehindert werden kann, außerordentlich zu fallen.

[0130] Mit dieser Anordnung wird eine Wirkung ähnlich derjenigen in der vierten bevorzugten Ausführungsform erzielt, und zusätzlich besteht keine Notwendigkeit, zum Beispiel eine Klemmdiode vorzusehen, die zwischen der Leistungsquellenspannung HVS und dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials mit der Anode in Richtung der Seite der Leistungsquellenspannung HVS und der Kathode in Richtung der Seite des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials angeordnet ist.

[0131] Es ist zu beachten, dass der MOSFET **702** durch den in **Fig. 1** veranschaulichten Kondensator **701** ersetzt werden kann.

<Sechste bevorzugte Ausführungsform>

[0132] Eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung und ein Leistungsmodul, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform beziehen, werden beschrieben. Nachfolgend werden Anordnungen, die den in der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform beschriebenen Anordnungen ähnlich sind, die gleichen Bezugszeichen zugewiesen, und die Beschreibung der Anordnungen wird geeignet weggelassen.

[0133] Es ist zu beachten, dass die nachfolgend beschriebene Bootstrap-Kompensierungsschaltung zu der Bootstrap-Kompensierungsschaltung als einer Halbleitervorrichtung der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform korrespondiert.

<Anordnung>

[0134] **Fig. 10** ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht, welche einen Einphasen-Inverter steuert. Wie in **Fig. 10** veranschaulicht, weist die Schaltung einen MOSFET **101**, einen MOSFET **102**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **101** verbunden ist, einen MOSFET **103**, einen MOSFET **104**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **103** verbunden ist, eine High-Side-Steuerschaltung **201**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **101** steuert, eine Low-Side-Steuerschaltung **202**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **102** steuert, eine High-Side-Steuerschaltung **203**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **103** steuert, eine Low-Side-Steuerschaltung **204**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **104** steuert, eine Bootstrap-Schaltung **401**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **201** verbunden ist, eine Bootstrap-Schaltung **403**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **203** verbunden ist, eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung **601**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **201** und der Bootstrap-Schaltung **401** verbunden ist, und eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung **603**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **203** und der Bootstrap-Schaltung **403** verbunden ist, auf.

[0135] **Fig. 11** ist eine schematische Darstellung, die eine Leistungsvorrichtungssteuerschaltung veranschaulicht, die sich auf die vorliegende bevorzugte Ausführungsform bezieht, welche einen Dreiphasen-Inverter steuert. Wie in **Fig. 11** veranschaulicht, weist die Schaltung einen MOSFET **101**, einen MOSFET **102**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **101** verbunden ist, einen MOS-

FET **103**, einen MOSFET **104**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **103** verbunden ist, einen MOSFET **105**, einen MOSFET **106**, der nach Totem-Pole-Art mit der Source-Seite des MOSFETs **105** verbunden ist, eine High-Side-Steuerschaltung **201**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **101** steuert, eine Low-Side-Steuerschaltung **202**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **102** steuert, eine High-Side-Steuerschaltung **203**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **103** steuert, eine Low-Side-Steuerschaltung **204**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **104** steuert, eine High-Side-Steuerschaltung **205**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **105** steuert, eine Low-Side-Steuerschaltung **206**, welche die Gate-Spannung des MOSFETs **106** steuert, eine Bootstrap-Schaltung **401**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **201** verbunden ist, eine Bootstrap-Schaltung **403**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **203** verbunden ist, eine Bootstrap-Schaltung **405**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **205** verbunden ist, eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung **601**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **201** und der Bootstrap-Schaltung **401** verbunden ist, eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung **603**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **203** und der Bootstrap-Schaltung **403** verbunden ist, und eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung **605**, die mit der High-Side-Steuerschaltung **205** und der Bootstrap-Schaltung **405** verbunden ist, auf.

<Vorteilhafte Wirkungen>

[0136] Nachfolgend werden vorteilhafte Wirkungen der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen veranschaulicht. Es ist zu beachten, dass nachfolgend vorteilhafte Wirkungen basierend auf den spezifischen Anordnungen, die in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen veranschaulicht sind, beschrieben werden; die Anordnungen können jedoch innerhalb eines Gültigkeitsumfangs, in welchem eine ähnliche Wirkung erzielt werden kann, durch andere bestimmte Anordnungen, die in der vorliegenden Beschreibung veranschaulicht sind, ausgetauscht werden. Weiter kann ein solcher Austausch in einer Mehrzahl von bevorzugten Ausführungsformen vorgenommen werden. Mit anderen Worten kann der Austausch auch in einem Fall vorgenommen werden, dass in verschiedenen bevorzugten Ausführungsformen veranschaulichte Komponenten miteinander kombiniert werden können, um eine ähnliche Wirkung zu erzielen.

[0137] Gemäß der vorstehend beschriebenen Ausführungsform weist die Bootstrap-Schaltung **401** den Kondensator **1001** auf, der zu dem ersten Kondensator korrespondiert.

[0138] Der Kondensator **1001** ist zwischen (i) dem Referenzpotential VS, welches der Verbindungspunkt zwischen dem MOSFET **101** und dem MOS-

FET **102** ist, und (ii) der High-Side-Steuerschaltung **201** angeschlossen, sodass er eine Spannung an die High-Side-Steuerschaltung **201** der High-Side-Steuerschaltung **201** und der Low-Side-Steuerschaltung **202**, welche jeweils ein Steuern des MOSFETs **101**, der zu dem High-Side-Schaltelement korrespondiert, und des MOSFETs **102**, der zu dem Low-Side-Schaltelement korrespondiert, steuern, bereitstellt, wobei der MOSFET **101** und der MOSFET **102** nach Totem-Pole-Art verbunden sind, um die Hochspannungsseite zu bilden, zwischen der Leistungsquellenspannung HVS, die zu einem hochspannungsseitigen Potential und einem niederspannungsseitigen Potential (GND) korrespondieren.

[0139] Weiter weist die Bootstrap-Kompensierungsschaltung zum Bereitstellen eines Stroms an die Bootstrap-Schaltung **401** den Widerstand **613**, den Widerstand **614**, den Kondensator **701**, der zu dem zweiten Kondensator korrespondiert, und die Ausgangsschaltung **611** auf.

[0140] Der Widerstand **613** und der Widerstand **614** sind zwischen dem unbestimmten Potential HVB, das zu der Leistungsquellenspannung HVS korrespondiert, und dem Referenzpotential VS in Serie verbunden.

[0141] Den Kondensator **701** betreffend ist ein Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden, welcher ein Punkt zwischen dem Widerstand **613** und dem Widerstand **614** ist, und der andere Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden.

[0142] Die Ausgangsschaltung **611** stellt basierend auf dem Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials einen Strom an den Kondensator **1001** bereit.

[0143] Da eine solche Anordnung den Kondensator **701** zwischen dem Referenzpotential VS und dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials aufweist, ist das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials kapazitiv mit dem Referenzpotential VS gekoppelt. Mit dieser Anordnung folgt, da das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials das Potentialverhältnis mit dem Referenzpotential VS zu halten versucht, das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials weniger wahrscheinlich dem unbestimmten Potential HVB oder der Leistungsquellenspannung HVS. Als eine Folge ist es selbst in dem Fall, dass eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung enthalten ist, um einen Strom an die Bootstrap-Schaltung **401** bereitzustellen, möglich, ein Sinken der Reaktionsgeschwindigkeit zu verhindern oder zu reduzieren.

[0144] Es ist zu beachten, dass andere Anordnungen als diese Anordnungen, die in der vorliegenden

Beschreibung veranschaulicht sind, geeignet weggelassen werden können. Das heißt, die vorstehend beschriebenen vorteilhaften Wirkungen können durch nur diese Anordnungen erzielt werden. Allerdings können auch in dem Fall, dass mindestens eine der anderen Anordnungen, die in der vorliegenden Beschreibung veranschaulicht sind, geeignet zu den vorstehend beschriebenen Anordnungen hinzugefügt wird, mit anderen Worten auch in dem Fall, dass eine andere Anordnung, die in der vorliegenden Beschreibung veranschaulicht ist aber nicht als die vorstehend beschriebenen Anordnungen beschrieben ist, hinzugefügt wird, die vorstehend beschriebenen vorteilhaften Wirkungen erzielt werden.

[0145] Weiter weist gemäß der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform die Bootstrap-Kompensierungsschaltung die Diode **801** auf, deren Kathode mit dem unbestimmten Potential HVB verbunden ist und deren Anode mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden ist.

[0146] Mit einer solchen Anordnung wird, da die Diode **801** vorwärts vorgespannt wird, wenn das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials höher wird als das unbestimmte Potential HVB, der Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials durch die Durchlassspannung der Diode **801** auf das Potential höher als das unbestimmte Potential HVB festgelegt. Als eine Folge ist es möglich, zu verhindern, dass eine positive hohe Spannung an den Gate-Eingang der UND-Schaltung **612** angelegt wird.

[0147] Weiter weist gemäß der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform die Bootstrap-Kompensierungsschaltung die Zener-Diode **802** auf, deren Kathode mit dem unbestimmten Potential HVB verbunden ist und deren Anode mit dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials verbunden ist.

[0148] Mit einer solchen Anordnung ist es möglich, zu verhindern, dass eine positive hohe Spannung an den Gate-Eingang der UND-Schaltung **612** angelegt wird.

[0149] Weiter wechselt, wenn die Potentialdifferenz zwischen dem unbestimmten Potential HVB und dem Referenzpotential VS steigt und das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials somit außerordentlich zu steigen beginnt, die Zener-Diode **802** in einen Durchbruch-Zustand, sodass verhindert wird, dass das Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials außerordentlich fällt.

[0150] Weiter weist das Leistungsmodul gemäß der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform die vorstehend beschriebene Bootstrap-Kompensierungsschaltung, den MOSFET **101**, den MOSFET **102**, die High-Side-Steuerschaltung **201**,

die Low-Side-Steuerschaltung **202** und die Bootstrap-Schaltung **401** auf.

[0151] Mit einer solchen Anordnung kann die Anzahl an isolierten Leistungsquellen durch Einsetzen von Bootstrap-Schaltungen reduziert werden, während das herkömmliche System eine isolierte Leistungsquelle für jede der High-Side-Steuerschaltungen benötigt. Zum Beispiel können in dem Fall eines Einphasen-Inverters herkömmlicherweise notwendige drei isolierte Leistungsquellen auf zwei isolierte Leistungsquellen reduziert werden. Weiter können zum Beispiel in dem Fall eines Dreiphasen-Inverters herkömmlicherweise notwendige vier isolierte Leistungsquellen auf zwei isolierte Leistungsquellen reduziert werden.

[0152] Als eine Folge kann die Leistungsquellen-schaltung verkleinert werden. Weiter können Herstellungskosten aufgrund einer Reduzierung der Anzahl von Komponenten reduziert werden.

[0153] Weiter weist die Bootstrap-Schaltung **401** gemäß der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform den Kondensator **1001** auf.

[0154] Der Kondensator **1001** ist zwischen (i) dem Referenzpotential VS, welches der Verbindungspunkt zwischen dem MOSFET **101** und dem MOSFET **102** ist, und (ii) der High-Side-Steuerschaltung **201** angeschlossen, um so eine Spannung an die High-Side-Steuerschaltung **201** der High-Side-Steuerschaltung **201** und der Low-Side-Steuerschaltung **202**, welche jeweils ein Steuern des MOSFETs **101**, der zu dem High-Side-Schaltelement korrespondiert, und des MOSFETs **102**, der zu dem Low-Side-Schaltelement korrespondiert, steuern, bereitzustellen, wobei der MOSFET **101** und der MOSFET **102** nach Totem-Pole-Art verbunden sind, um die Hochspannungsseite zu bilden, zwischen der Leistungsquellen-spannung HVS, die zu dem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und dem niederspannungsseitigen Potential (GND).

[0155] Weiter weist die Bootstrap-Kompensierungsschaltung zum Bereitstellen eines Stroms an die Bootstrap-Schaltung **401** den Widerstand **613**, der zu dem ersten Widerstand korrespondiert, den Widerstand **614**, der zu dem ersten Widerstand korrespondiert, den MOSFET **702**, der zu dem ersten MOSFET korrespondiert, und die Ausgangsschaltung **611** auf.

[0156] Der Widerstand **613** und der Widerstand **614** sind zwischen dem unbestimmten Potential HVB, das zu der Leistungsquellen-spannung HVS korrespondiert, und dem Referenzpotential VS in Serie verbunden.

[0157] Den MOSFET **702** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Extraktionspunkt VMON des ge-

teilten Potentials verbunden, welcher ein Punkt zwischen dem Widerstand **613** und dem Widerstand **614** ist, und der Source-Anschluss und der Gate-Anschluss sind mit dem Referenzpotential VS verbunden.

[0158] Die Ausgangsschaltung **611** stellt basierend auf dem Potential des Extraktionspunkts VMON des geteilten Potentials einen Strom an den Kondensator **1001** bereit.

[0159] Mit einer solchen Anordnung ist es möglich, eine Struktur, die als ein Element ausgebildet ist, das eine hohe Source-Drain-Durchschlagsspannung aufweist, als einen Kondensator einzusetzen. Deshalb kann die Struktur selbst in dem Fall, dass eine hohe Spannung wie 600 V oder 1200 V angelegt wird, für Elemente in einem IC angewendet werden, ohne einen Prozessschritt oder dergleichen hinzuzufügen.

[0160] Es ist zu beachten, dass andere Anordnungen als diese Anordnungen, die in der vorliegenden Beschreibung veranschaulicht sind, geeignet weggelassen werden können. Das heißt, die vorstehend beschriebenen vorteilhaften Wirkungen können durch nur diese Anordnungen erzielt werden. Allerdings können auch in dem Fall, dass mindestens eine der anderen Anordnungen, die in der vorliegenden Beschreibung veranschaulicht sind, geeignet zu den vorstehend beschriebenen Anordnungen hinzugefügt wird, mit anderen Worten auch in dem Fall, dass eine andere Anordnung, die in der vorliegenden Beschreibung veranschaulicht ist aber nicht als die vorstehend beschriebenen Anordnungen beschrieben ist, hinzugefügt wird, die vorstehend beschriebenen vorteilhaften Wirkungen erzielt werden können.

[0161] Weiter weist gemäß der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform die Bootstrap-Kompensierungsschaltung den Widerstand **615**, der zu dem zweiten Widerstand korrespondiert, den MOSFET **705**, der zu dem zweiten MOSFET korrespondiert, und den MOSFET **706**, der zu dem dritten MOSFET korrespondiert, auf.

[0162] Ein Anschluss des Widerstands **615** ist mit dem unbestimmten Potential HVB verbunden. Der Drain-Anschluss des MOSFETs **705** ist mit dem anderen Anschluss des Widerstands **615** verbunden. Den MOSFET **706** betreffend ist der Drain-Anschluss mit dem Source-Anschluss des MOSFETs **705** verbunden und der Source-Anschluss ist mit dem Referenzpotential VS verbunden.

[0163] Hierbei sind der Gate-Anschluss des MOSFETs **704**, der Gate-Anschluss des MOSFETs **705** und der Gate-Anschluss des MOSFETs **706** miteinander verbunden. Weiter sind der Gate-Anschluss des MOSFETs **705** und der Source-Anschluss des MOSFETs **705** miteinander verbunden.

[0164] Mit einer solchen Anordnung kann, wenn ein Stromverhältnis der ohmschen Spannungsteilerschaltung zu der Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung groß festgelegt ist, ein größerer Strom von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials gezogen werden. Als eine Folge ist es möglich, ein Ansteigen der Schaltungsgröße zu verhindern oder zu reduzieren.

[0165] Weiter kann das Stromverhältnis der ohmschen Spannungsteilerschaltung zu der Kurzzeitreaktionserfassungsschaltung groß festgelegt werden und ein Strom kann unter Verwendung eines kleinen n-Typ-MOSFETs von dem Extraktionspunkt VMON des geteilten Potentials gezogen werden. Weiter ist es möglich, da der MOSFET **704** in Kombination mit der Kurzzeitreaktionsschaltung verwendet wird, die eine Hochgeschwindigkeitsreaktion aufweist, einen Nachteil, dass das Kurzzeitreaktionssignal Vdvd, das von der Kurzzeitreaktionsschaltung ausgegeben wird, nicht lange andauert, zu kompensieren und zusätzlich ist es außerdem möglich, die Schaltgeschwindigkeit zu erhöhen.

<Modifiziertes Beispiel>

[0166] In den vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen ist die Beschreibung in einigen Fällen über Größen, Formen und relative Positionsbeziehungen der Bauelemente oder praktische Bedingungen vorgenommen worden; diese sind jedoch in jeder Hinsicht nur Beispiele, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf die in der vorliegenden Beschreibung dargestellte Offenbarung beschränkt. Deshalb können zahlreiche nicht veranschaulichte, modifizierte Beispiele innerhalb des in der vorliegenden Beschreibung offenbarten technischen Gültigkeitsumfangs in Betracht gezogen werden. Zum Beispiel schließt der in der vorliegenden Beschreibung offenbarte technische Gültigkeitsumfang den Fall ein, dass mindestens ein Bauelement umgestaltet, hinzugefügt oder entfernt wird, und schließt weiter den Fall ein, dass mindestens ein Bauelement mit einem Bauelement in einer anderen bevorzugten Ausführungsform kombiniert wird.

[0167] Weiter sind in der vorstehend beschriebenen bevorzugten Ausführungsform einige Bauelemente in einer Einzahl beschrieben; eins oder mehrere solcher Bauelemente können jedoch eingeschlossen sein, es sei denn, dies ist im Kontext inkonsistent. Weiter ist jedes Bauelement eine begriffliche Einheit und der in der vorliegenden Beschreibung offenbarte technische Gültigkeitsumfang schließt den Fall, dass ein Bauelement aus einer Mehrzahl von Strukturen aufgebaut ist, den Fall, dass ein einzelnes Bauelement zu einem Teil einer Struktur korrespondiert, und den Fall, dass eine Mehrzahl von Bauelementen in einer einzelnen Struktur enthalten ist, ein. Weiter weist jedes Bauelement eine Struktur auf, die eine andere

Anordnung oder Form aufweist, solange die gleiche Funktion ausgeführt wird.

[0168] Weiter beziehen sich die Beschreibungen in der vorliegenden Beschreibung auf jeden Zweck, der sich auf die vorliegende Technologie bezieht, und keine der Beschreibungen wird als herkömmlicher Stand der Technik angesehen.

[0169] Obwohl die Erfindung detailliert gezeigt und beschrieben worden ist, ist die vorstehende Beschreibung in allen Aspekten darstellend und nicht einschränkend. Es wird daher verstanden, dass zahlreiche Modifikationen und Variationen entworfen werden können, ohne von dem Gültigkeitsumfang der Erfindung abzuweichen.

[0170] Zusammengefasst weist eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung auf: eine Mehrzahl von Widerständen **613**, **614**, die zwischen einem unbestimmten Potential, das zu einem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und einem Referenzpotential in Serie verbunden sind; einen zweiten Kondensator **701**, der einen Anschluss mit einem Extraktionspunkt eines geteilten Potentials verbunden aufweist und den anderen Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden aufweist, wobei sich der Extraktionspunkt des geteilten Potentials zwischen der Mehrzahl von Widerständen befindet; und eine Ausgangsschaltung **611**, die gemäß einem Potential des Extraktionspunkts des geteilten Potentials einen Strom an einen ersten Kondensator **1001** bereitstellt.

Bezugszeichenliste

101	High-Side-Schaltelement, MOSFET
102	Low-Side-Schaltelement, MOSFET
103–106	MOSFET
201	High-Side-Steuerschaltung
202	Low-Side-Steuerschaltung
203	High-Side-Steuerschaltung
204	Low-Side-Steuerschaltung
205	High-Side-Steuerschaltung
206	Low-Side-Steuerschaltung
300, 301	Leistungsquellenschaltung
311–313	isolierte Leistungsquelle
401, 403, 405	Bootstrap-Schaltung
501	Gleichrichterschaltung
601, 603, 605	Bootstrap-Kompensierungsschaltung
611	Ausgangsschaltung
612	UND-Schaltung
613–615	Widerstand
616	Kondensator
617	Lastschaltung
618, 619	Transistor
701	Kondensator
702–712	MOSFET

801	Diode
802	Zener-Diode
901–903	NICHT-Schaltung
904	p-Typ-MOSFET
905–907	parasitäre Kapazität
1000	Diode
1001	Kondensator
HVB	unbestimmtes Potential
HVS	Leistungsquellenspannung
VMON	Extraktionspunkt des geteil-
	ten Potentials
Vdvd	Kurzzeitreaktionssignal
VS	Referenzpotential

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2011-234430 [0007, 0008]

Patentansprüche

1. Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die einen Strom an eine Bootstrap-Schaltung (**401**) bereitstellt, welche einen ersten Kondensator (**1001**) aufweist, wobei eine High-Side-Steuerschaltung (**201**) und eine Low-Side-Steuerschaltung (**202**) jeweils ein Steuern eines High-Side-Schaltelements (**101**) und eines Low-Side-Schaltelements (**102**) steuern, wobei das High-Side-Schaltelement (**101**) und das Low-Side-Schaltelement (**102**) nach Totem-Pole-Art zwischen einem hochspannungsseitigen Potential und einem niederspannungsseitigen Potential angeschlossen sind, um eine Hochspannungsseite zu bilden, und der erste Kondensator (**1001**) zwischen einem Referenzpotential und der High-Side-Steuerschaltung (**201**) angeschlossen ist, sodass er eine Spannung an die High-Side-Steuerschaltung (**201**) bereitstellt, wobei das Referenzpotential ein Verbindungspunkt zwischen dem High-Side-Schaltelement (**101**) und dem Low-Side-Schaltelement (**102**) ist, wobei die Bootstrap-Kompensierungsschaltung aufweist:

eine Mehrzahl von Widerständen (**613**, **614**), die in Serie zwischen einem unbestimmten Potential, das zu dem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und dem Referenzpotential verbunden sind;

einen zweiten Kondensator (**701**), dessen einer Anschluss mit einem Extraktionspunkt eines geteilten Potentials verbunden ist und dessen anderer Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden ist, wobei der Extraktionspunkt des geteilten Potentials ein Punkt zwischen der Mehrzahl von Widerständen (**613**, **614**) ist; und

eine Ausgangsschaltung (**611**), die basierend auf einem Potential des Extraktionspunkts des geteilten Potentials einen Strom an den ersten Kondensator (**1001**) bereitstellt.

2. Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß Anspruch 1, die weiter eine Diode (**801**) aufweist, deren Kathode mit dem unbestimmten Potential verbunden ist und deren Anode mit dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials verbunden ist.

3. Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß Anspruch 1, die weiter eine Zener-Diode (**802**) aufweist, deren Kathode mit dem unbestimmten Potential verbunden ist und deren Anode mit dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials verbunden ist.

4. Leistungsmodul, aufweisend:
eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3;
das High-Side-Schaltelement (**101**);
das Low-Side-Schaltelement (**102**);
die High-Side-Steuerschaltung (**201**);
die Low-Side-Steuerschaltung (**202**); und
die Bootstrap-Schaltung (**401**).

5. Bootstrap-Kompensierungsschaltung, die einen Strom an eine Bootstrap-Schaltung (**401**) bereitstellt, welche einen Kondensator (**1001**) aufweist, wobei eine High-Side-Steuerschaltung (**201**) und eine Low-Side-Steuerschaltung (**202**) jeweils ein Steuern eines High-Side-Schaltelements (**101**) und eines Low-Side-Schaltelements (**102**) steuern, wobei das High-Side-Schaltelement (**101**) und das Low-Side-Schaltelement (**102**) nach Totem-Pole-Art zwischen einem hochspannungsseitigen Potential und einem niederspannungsseitigen Potential angeschlossen sind, um eine Hochspannungsseite zu bilden, und der Kondensator (**1001**) zwischen einem Referenzpotential und der High-Side-Steuerschaltung (**201**) angeschlossen ist, sodass er eine Spannung an die High-Side-Steuerschaltung (**201**) bereitstellt, wobei das Referenzpotential ein Verbindungspunkt zwischen dem High-Side-Schaltelement (**101**) und dem Low-Side-Schaltelement (**102**) ist, wobei die Bootstrap-Kompensierungsschaltung aufweist:

eine Mehrzahl von ersten Widerständen (**613**, **614**), die zwischen einem unbestimmten Potential, das zu dem hochspannungsseitigen Potential korrespondiert, und dem Referenzpotential in Serie verbunden sind;

einen ersten MOSFET (**702**, **704**), dessen Drain-Anschluss mit einem Extraktionspunkt eines geteilten Potentials verbunden ist und dessen Source-Anschluss und Gate-Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden sind, wobei der Extraktionspunkt des geteilten Potentials ein Punkt zwischen der Mehrzahl von ersten Widerständen (**613**, **614**) ist; und

eine Ausgangsschaltung (**611**), die basierend auf einem Potential des Extraktionspunkts des geteilten Potentials einen Strom an den Kondensator (**1001**) bereitstellt.

6. Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß Anspruch 5, weiter aufweisend:

einen zweiten Widerstand (**615**), dessen einer Anschluss mit dem unbestimmten Potential verbunden ist;

einen zweiten MOSFET (**705**), dessen Drain-Anschluss mit dem anderen Anschluss des zweiten Widerstands (**615**) verbunden ist; und

einen dritten MOSFET (**706**), dessen Drain-Anschluss mit einem Source-Anschluss des zweiten MOSFETs (**705**) verbunden ist und dessen Source-Anschluss mit dem Referenzpotential verbunden ist, wobei der Gate-Anschluss des ersten MOSFETs (**704**), ein Gate-Anschluss des zweiten MOSFETs (**705**) und ein Gate-Anschluss des dritten MOSFETs (**706**) miteinander verbunden sind, und der Gate-Anschluss des zweiten MOSFETs (**705**) und ein Source-Anschluss des zweiten MOSFETs (**705**) miteinander verbunden sind.

7. Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß Anspruch 5 oder 6, die weiter eine Diode (**801**) aufweist, deren Kathode mit dem unbestimmten Poten-

tial verbunden ist und deren Anode mit dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials verbunden ist.

8. Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß Anspruch 5 oder 6, die weiter eine Zener-Diode (**802**) aufweist, deren Kathode mit dem unbestimmten Potential verbunden ist und deren Anode mit dem Extraktionspunkt des geteilten Potentials verbunden ist.

9. Leistungsmodul, aufweisend:
eine Bootstrap-Kompensierungsschaltung gemäß einem der Ansprüche 5 bis 8;
das High-Side-Schaltelement (**101**);
das Low-Side-Schaltelement (**102**);
die High-Side-Steuerschaltung (**201**);
die Low-Side-Steuerschaltung (**202**); und
die Bootstrap-Schaltung (**401**).

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

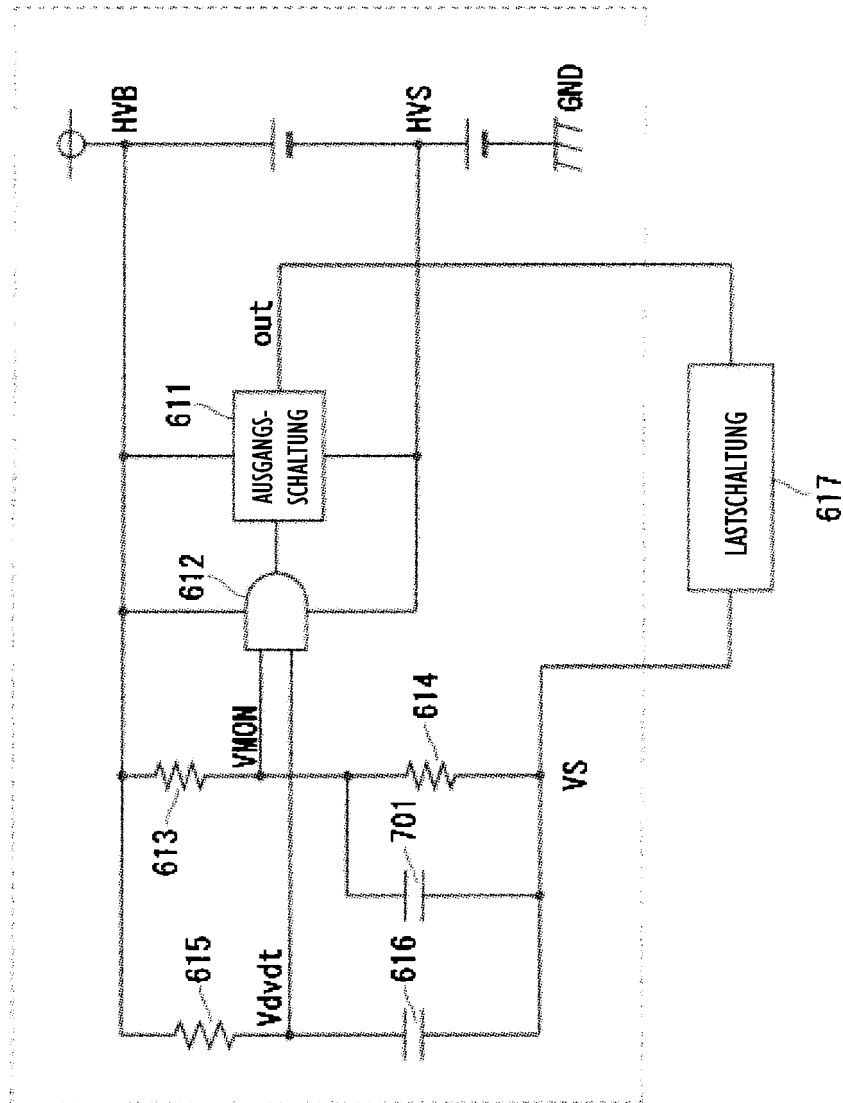


FIG. 2

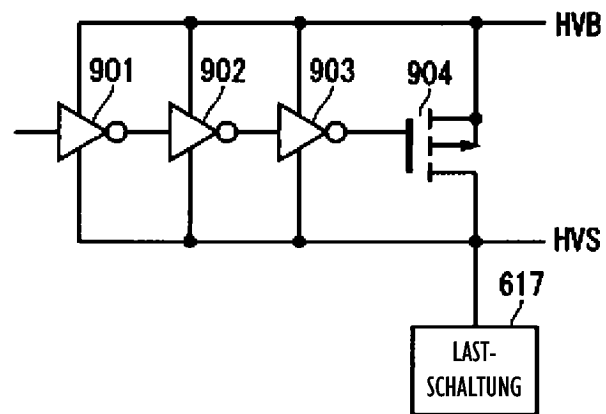


FIG. 3

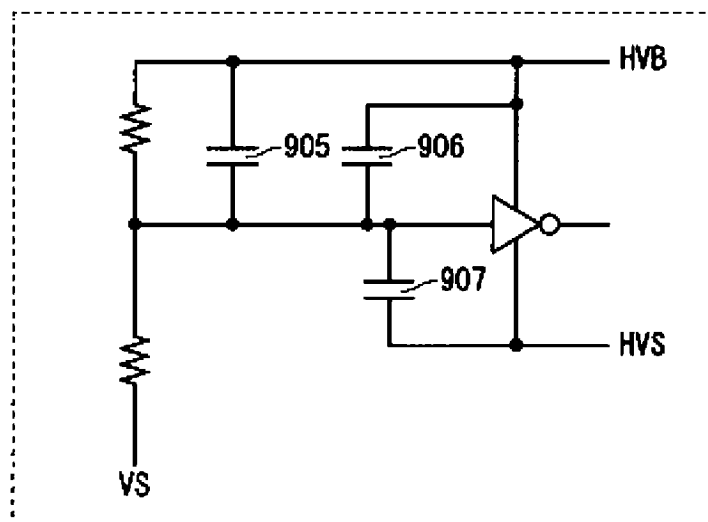
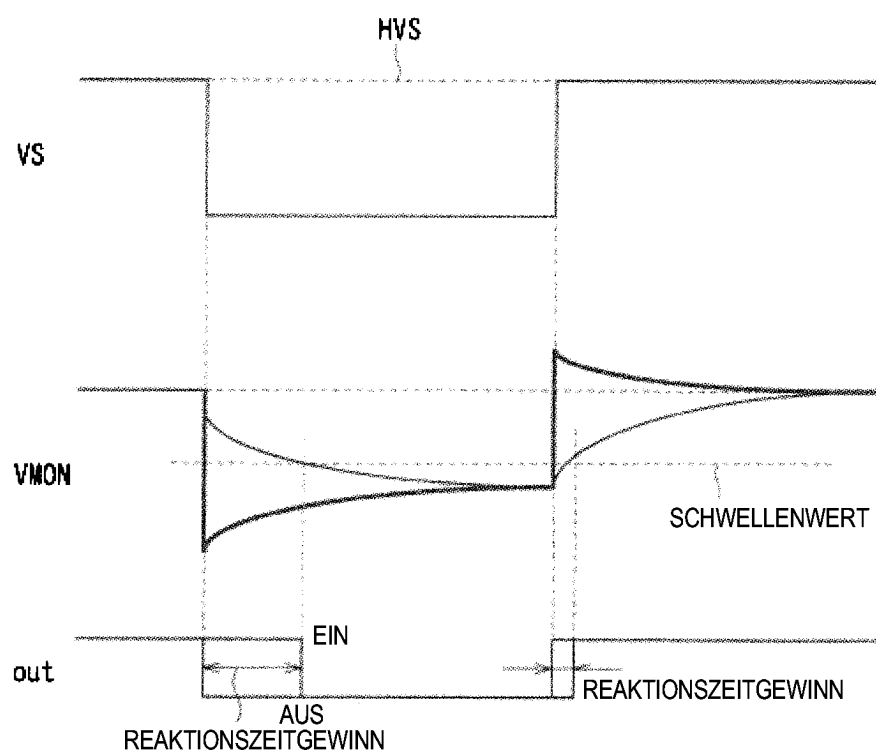


FIG. 4



F I G. 5

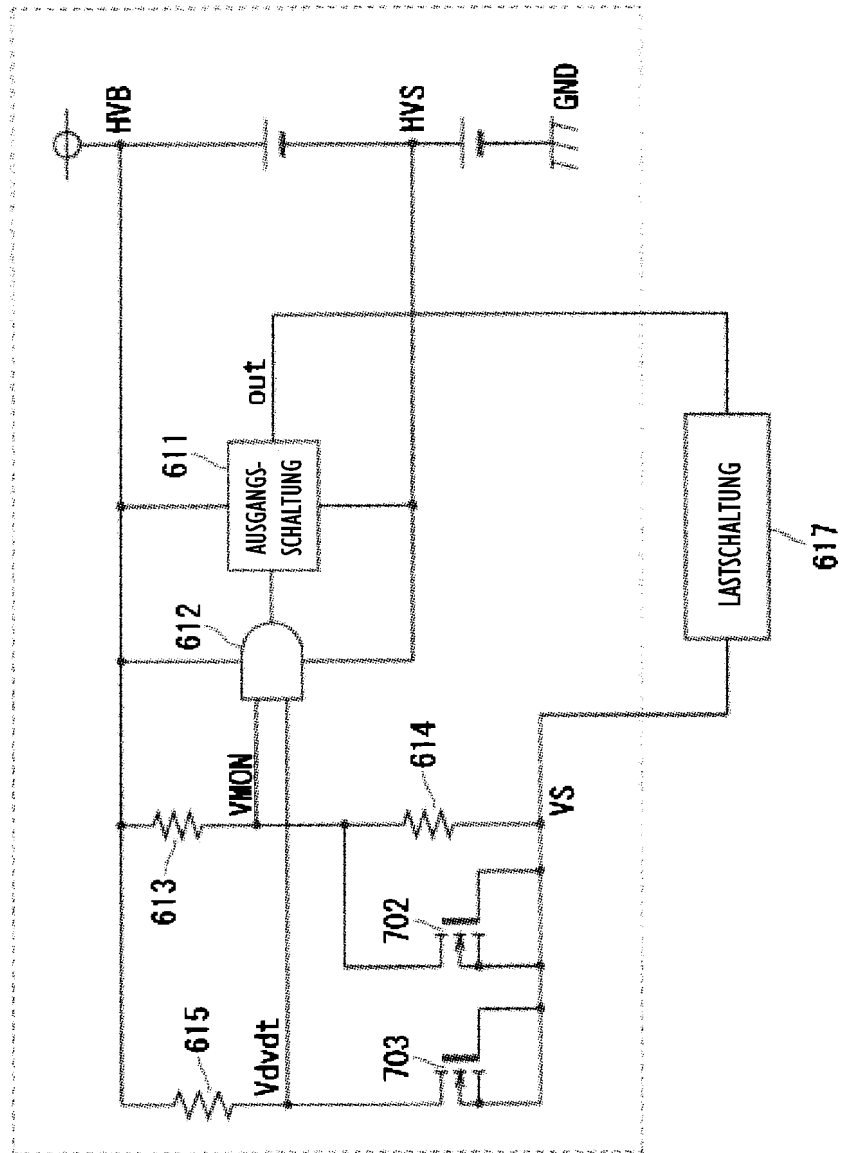


FIG. 6

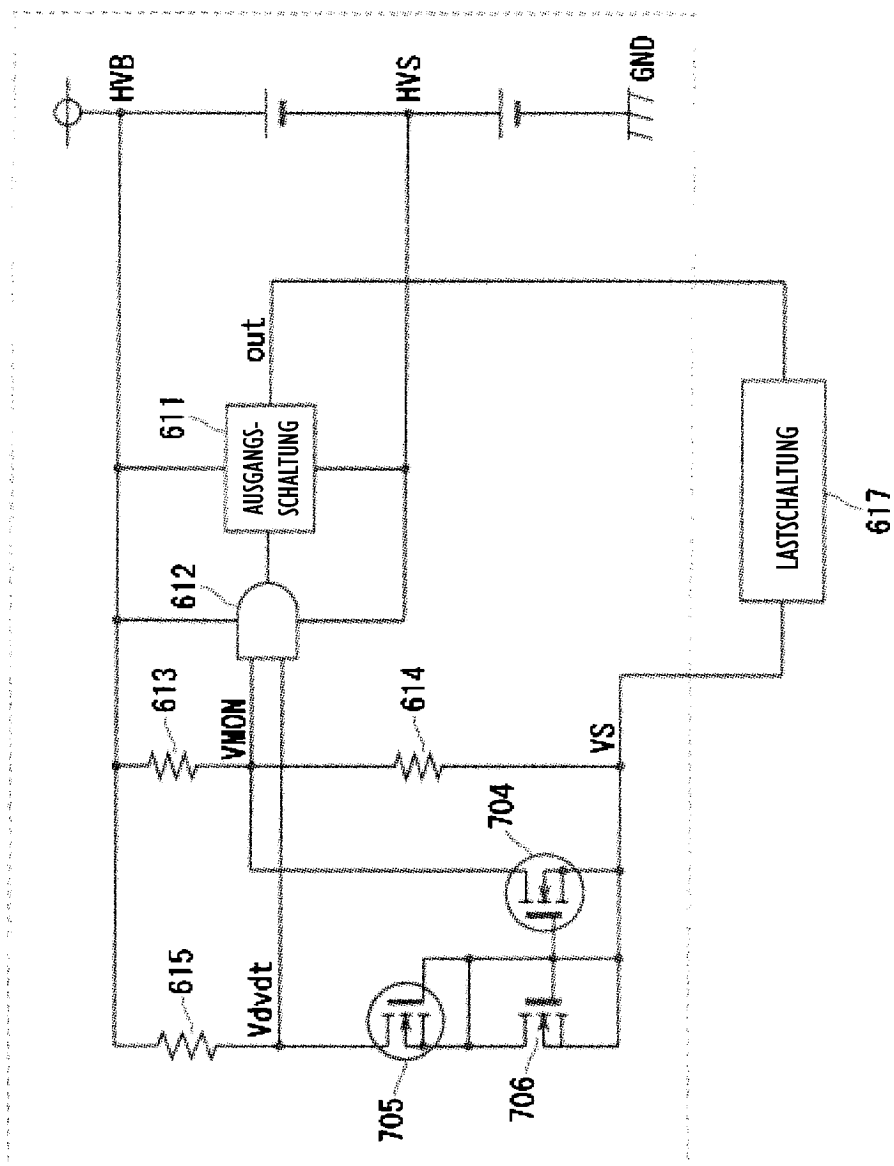


FIG. 7

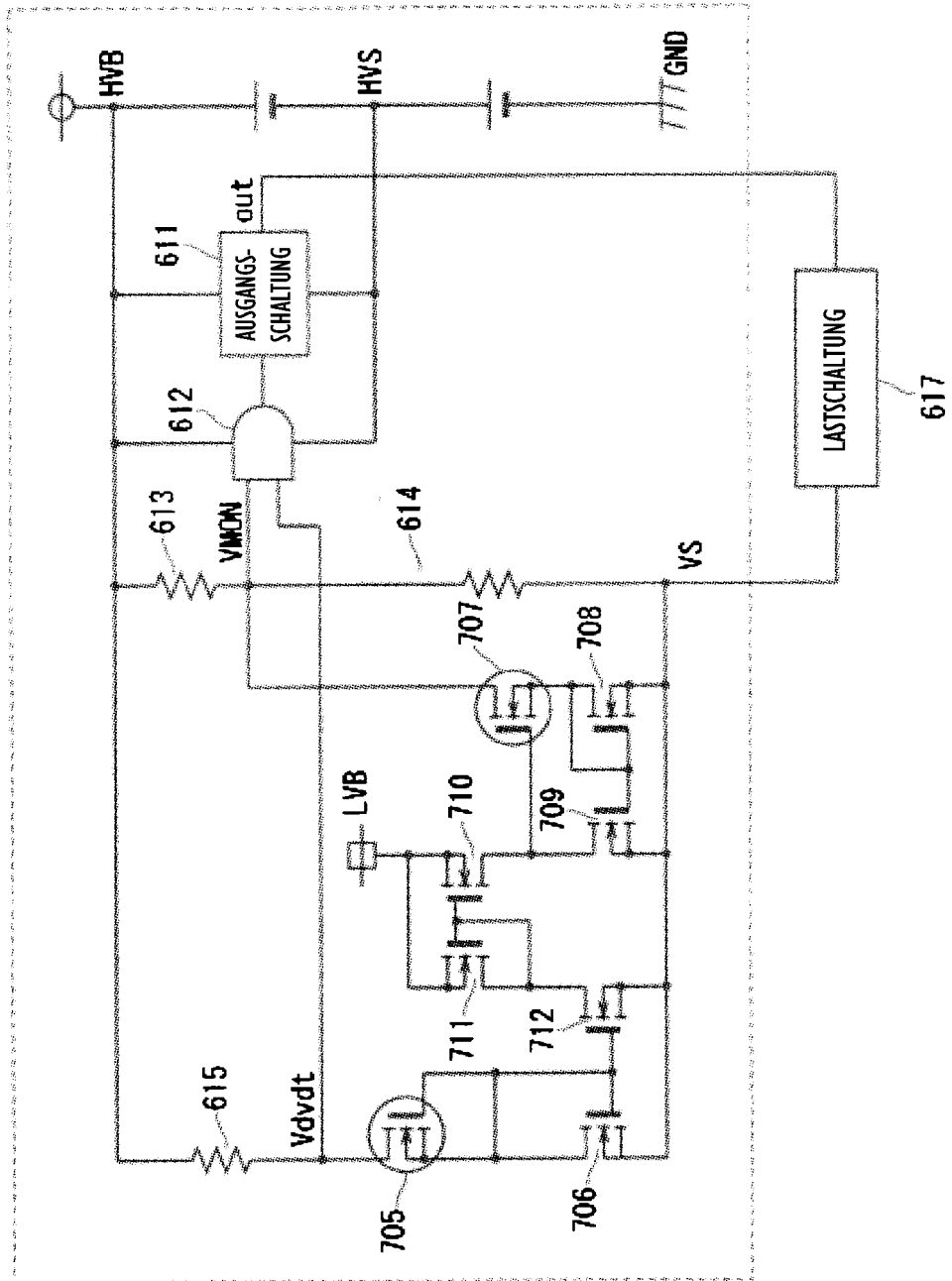


FIG. 8

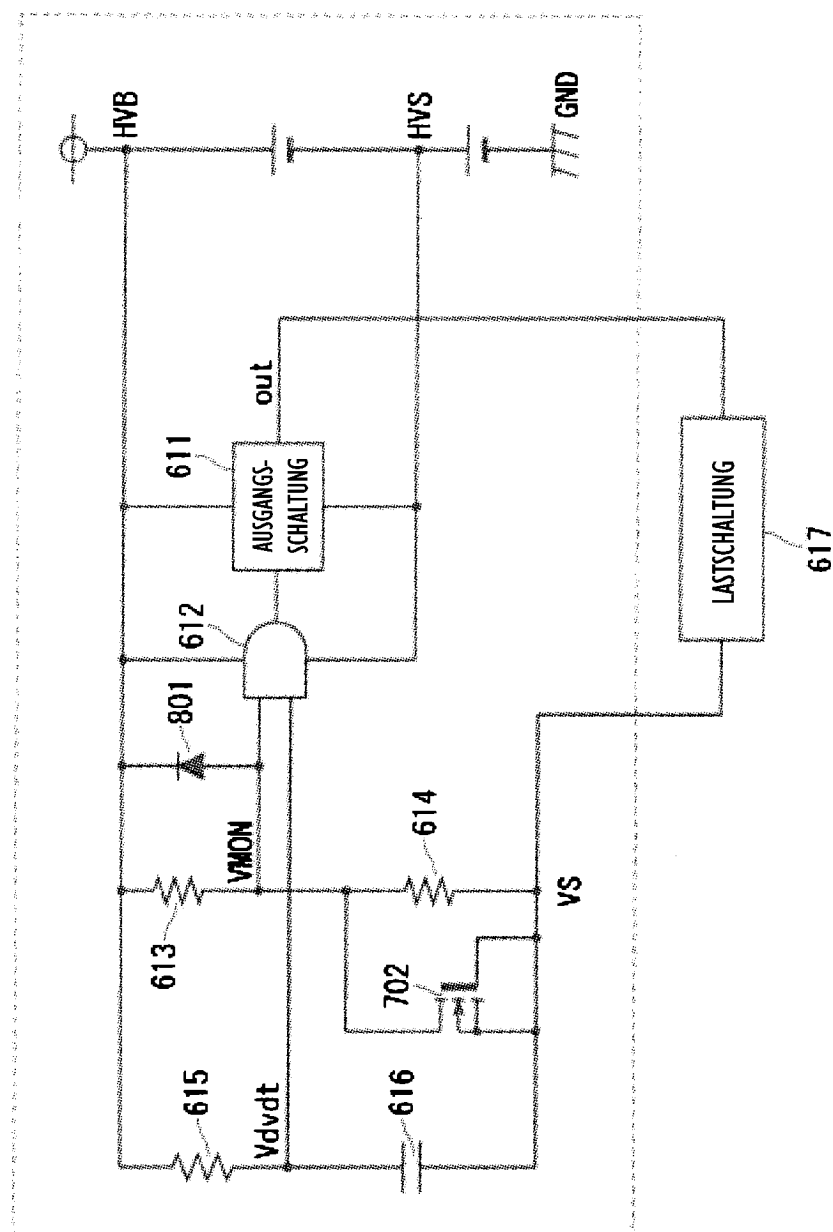


FIG. 9

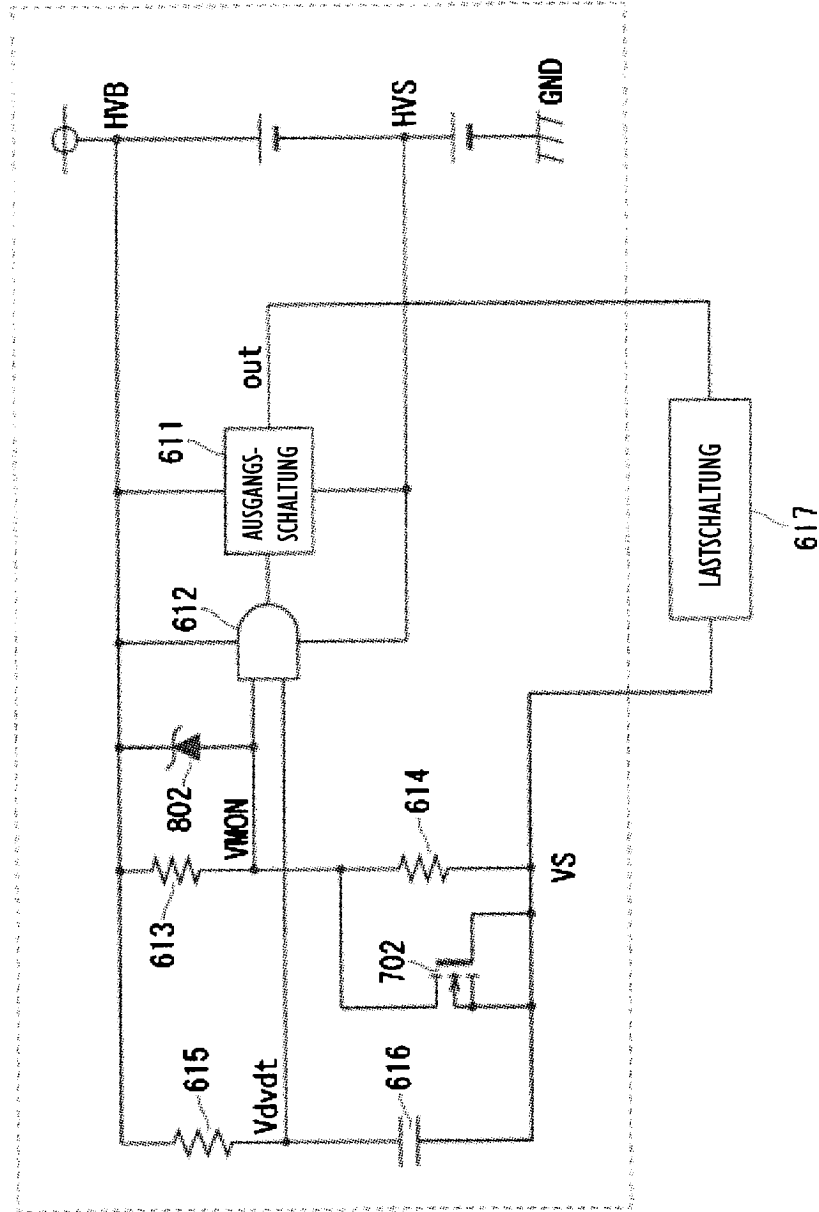


FIG. 10

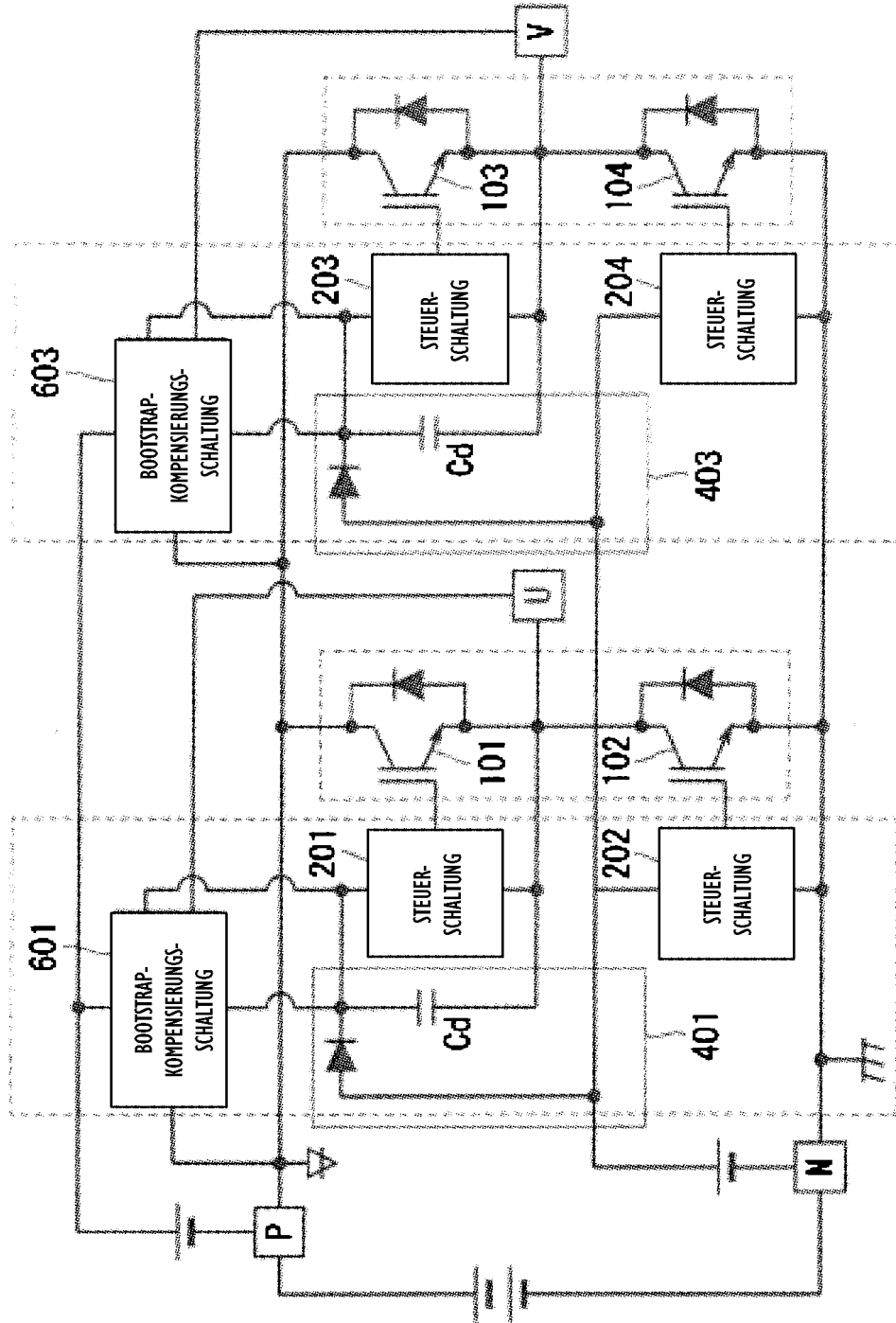


FIG. 11

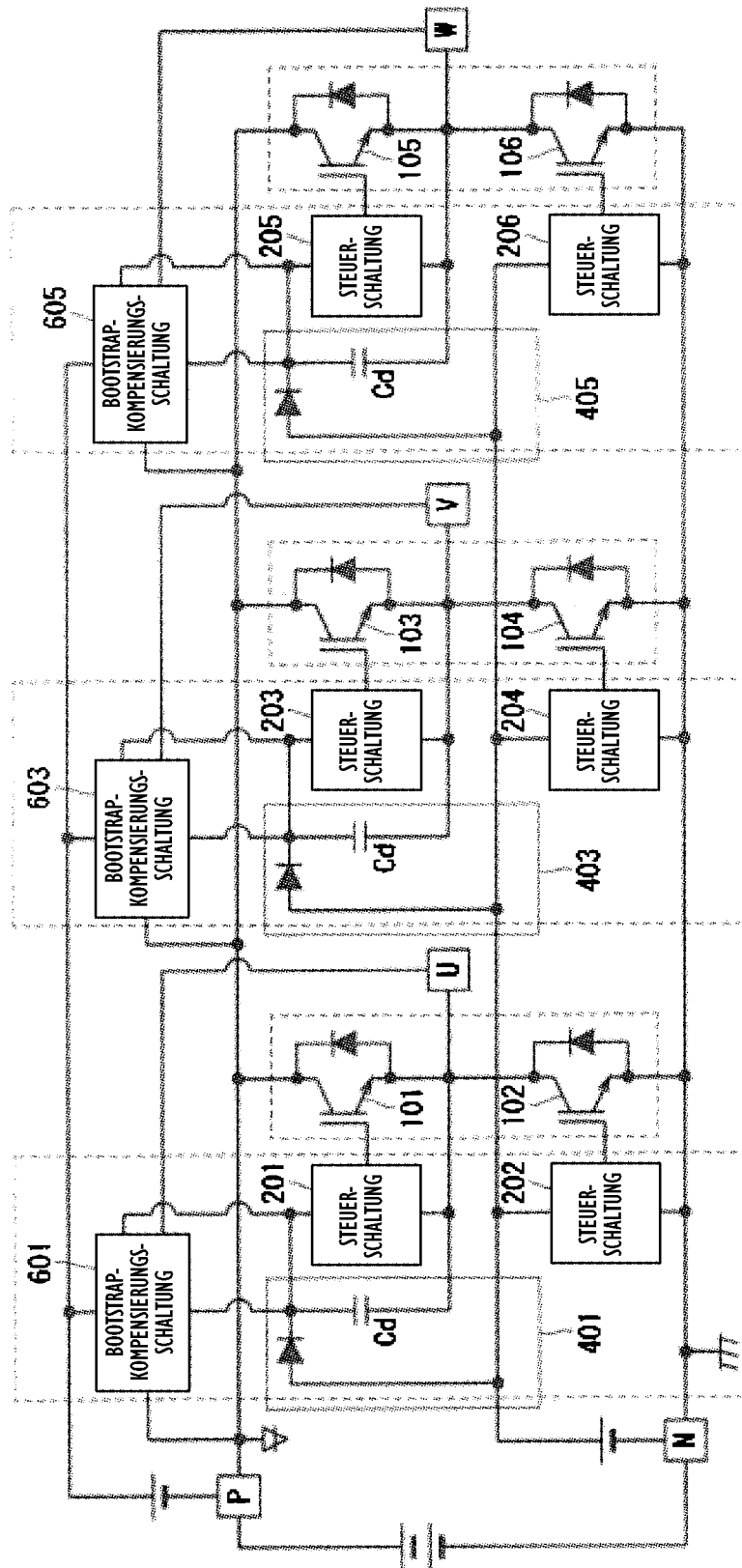


FIG. 12

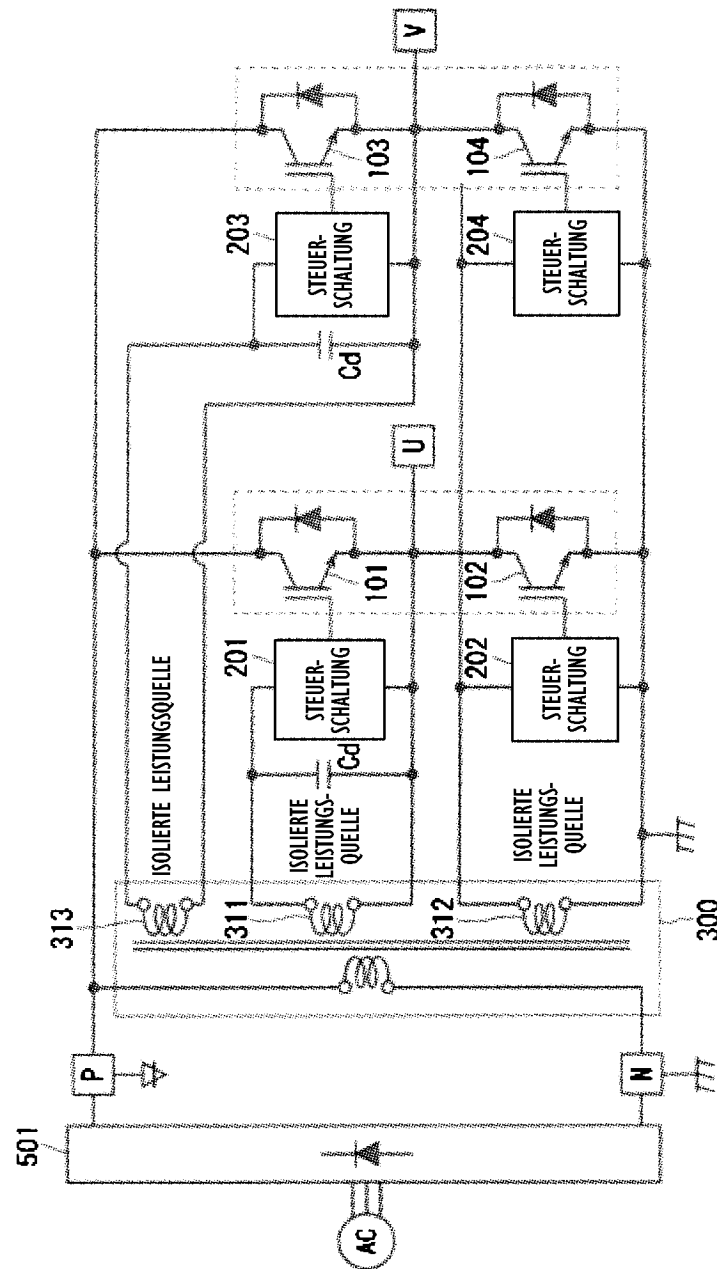


FIG. 13

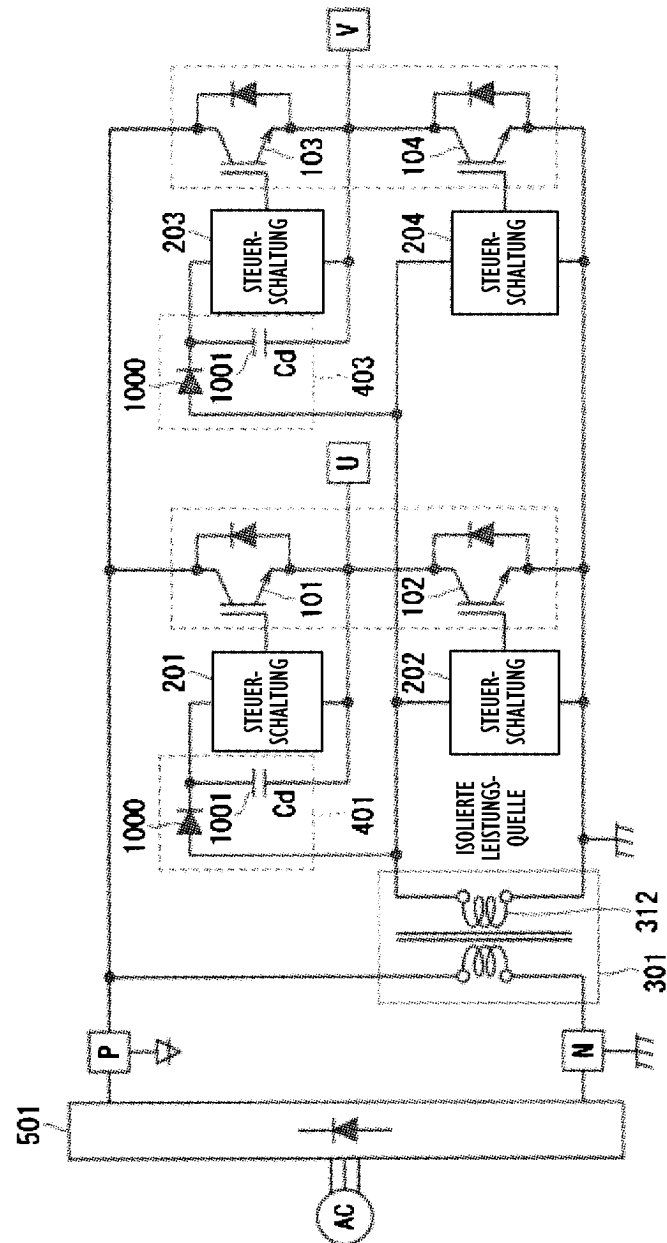


FIG. 14

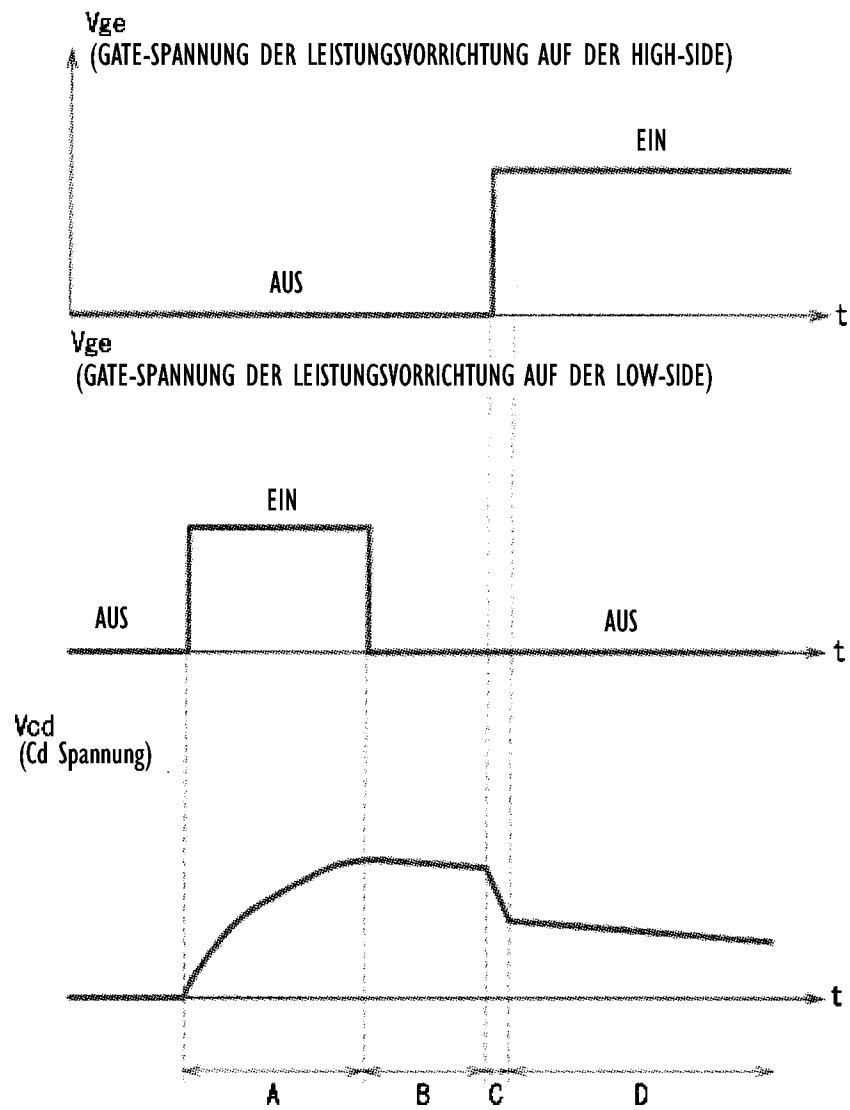


FIG. 15

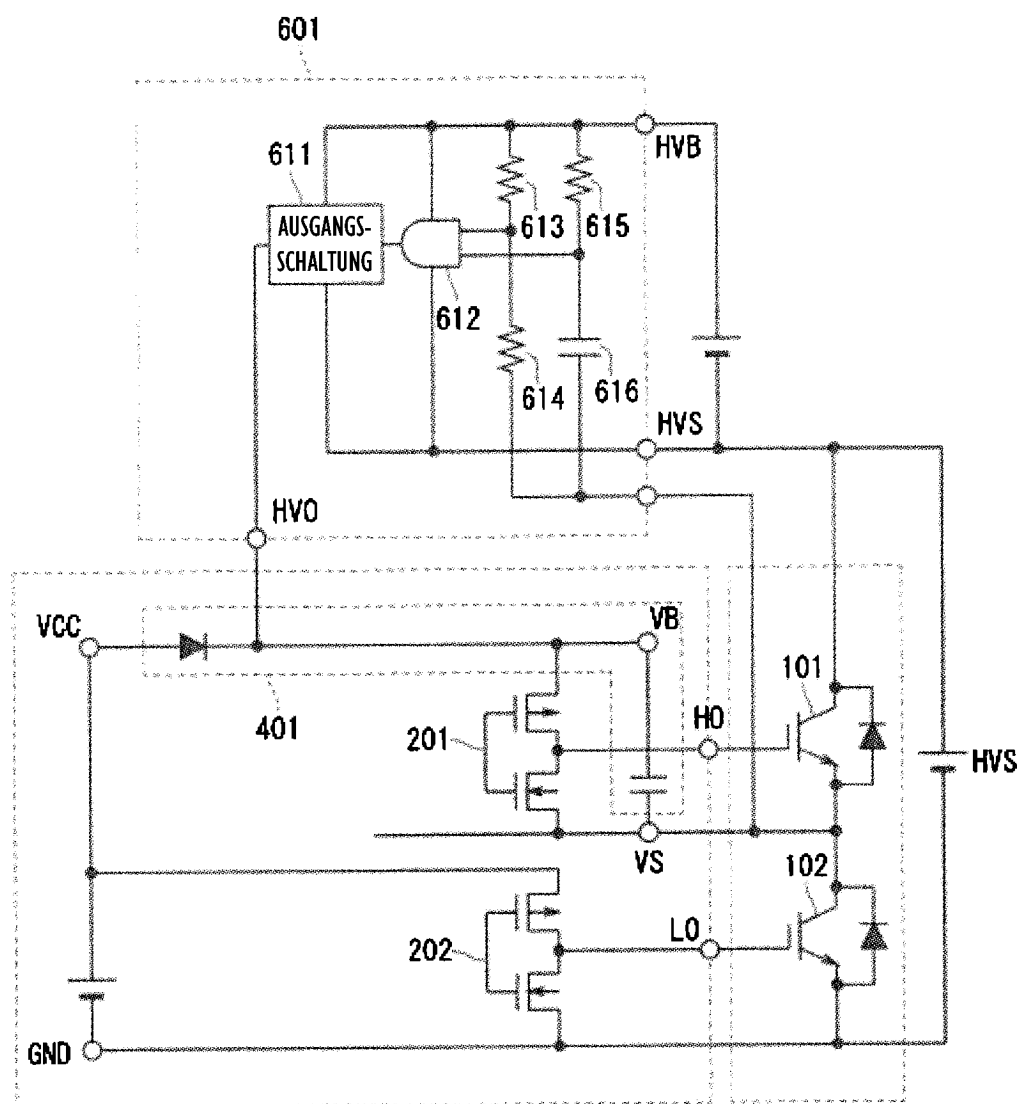


FIG. 16

