



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2024/070194**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜbkG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2023 002 637.8**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2023/028026**  
(86) PCT-Anmeldetag: **31.07.2023**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.04.2024**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **10.04.2025**

(51) Int Cl.: **H03K 19/094** (2006.01)  
**B60R 16/03** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2022-152650**      **26.09.2022**      **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**Hitachi Astemo, Ltd., Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP**  
  
(74) Vertreter:  
**Strehl Schübel-Hopf & Partner mbB Patentanwälte  
European Patent Attorneys, 80538 München, DE**

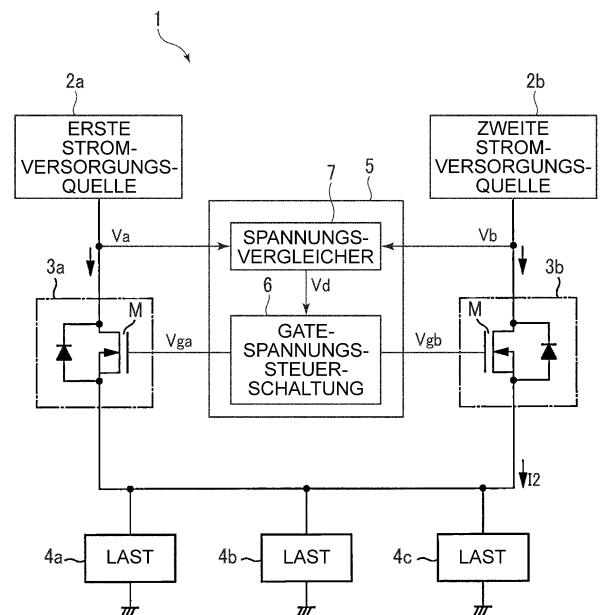
(72) Erfinder:  
**Nakano, Hiroshi, Tokyo, JP; Kanekawa,  
Nobuyasu, Tokyo, JP; Fukuda, Takao,  
Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP; Jumonji, Kentaro,  
Hitachinaka-shi, Ibaraki, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUM SCHALTEN ZWISCHEN ELEKTRISCHEN STROMQUELLEN,  
FAHRZEUGSTEUERVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SCHALTEN ZWISCHEN ELEKTRISCHEN  
STROMQUELLEN**

(57) Zusammenfassung: Es ist eine Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen vorgesehen, die in der Lage ist, eine Beschädigung eines Halbleiterschalters selbst dann zu verhindern, wenn sich die Ausgangsspannungen einer ersten und einer zweiten Stromversorgungsquelle unterscheiden. Die Vorrichtung (1) zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen weist einen ersten Halbleiterschalter (3a), der mit einer ersten Stromversorgungsquelle (2a) verbunden ist, einen zweiten Halbleiterschalter (3b), der mit einer zweiten Stromversorgungsquelle (2b) verbunden ist, und eine Schaltersteuervorrichtung (7), die ausgelegt ist, die Treiberspannungen ( $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$ ) des ersten und des zweiten Halbleiterschalters zu steuern, auf. Wenn von einer von der ersten Stromversorgungsquelle (2a) und der zweiten Stromversorgungsquelle (2b) zur anderen geschaltet wird, stellt die Schaltersteuervorrichtung (7) einen Zwischenzustand bereit, in dem der Halbleiterschalter, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die ausgelegt ist, nach dem Schalten elektrischen Strom zuzuführen, in einem ungesättigten Zustand gehalten wird, und ändert die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Differenz zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgegebenen Spannungen ( $V_a$ ,  $V_b$ ).



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen, eine Fahrzeugsteuervorrichtung und ein Verfahren zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen und insbesondere eine Technologie zum Schützen einer Schaltung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen während der Zufuhr elektrischen Stroms.

## Technischer Hintergrund

**[0002]** In den letzten Jahren wurden Komponenten in der Art herkömmlicher hydraulischer und mechanischer Systeme mit der Fortentwicklung von Elektrofahrzeugen und des autonomen Fahrens von Kraftfahrzeugen zunehmend elektrisch. Daher besteht ein Bedarf an der Verbesserung von Bord-Stromversorgungssystemen, um die Anzahl der für die Stromversorgung verwendeten Kabelbäume zu verringern und die Zuverlässigkeit (Redundanz) und Effizienz von Stromversorgungssystemen zu erhöhen. Die Bord-Stromversorgungssysteme steuern herkömmlich die Stromversorgung unter Verwendung mechanischer Schalter in der Art von Relais und Sicherungen. In den letzten Jahren wurden jedoch Halbleiterschalter verwendende Stromsteuersysteme weitverbreitet verwendet. Halbleiterschalter haben eine höhere Schaltgeschwindigkeit als Relais und können eine vorübergehende Unterbrechung der Stromversorgung beim Wechsel der elektrischen Stromquelle vermeiden. Ferner sind Halbleiterschalter, weil sie keine mechanischen Kontakte aufweisen, sehr haltbar, und die Begrenzungen für die Anzahl der Schaltvorgänge wurden erheblich abgeschwächt.

**[0003]** Herkömmliche Technologien für die vorstehend beschriebenen Halbleiterschalter verwendende Stromversorgungssysteme sind in Patentliteratur 1 und Patentliteratur 2 offenbart. In Patentliteratur 1 ist eine Schutztechnologie offenbart, um zu verhindern, dass ein Rückstrom von einer zweiten Stromversorgung zu einer ersten Stromversorgung fließt, ohne die Größe und die Kosten einer Steuerschaltung zu erhöhen.

**[0004]** Demgegenüber ist in Patentliteratur 2 eine Konfiguration offenbart, die ein erstes Schalterpaar zum selektiven Verbinden eines ersten Stromversorgungsknotens mit einem Ausgangsknoten, ein zweites Schalterpaar zum selektiven Verbinden eines zweiten Stromversorgungsknotens mit dem Ausgangsknoten und eine Schaltersteuerschaltung aufweist. Die Schaltersteuerschaltung arbeitet so, dass sie zu jedem Zeitpunkt nur einen vom ersten und vom

zweiten Stromversorgungsknoten mit dem Ausgangsknoten verbindet.

## Zitatliste

## Patentliteratur

Patentliteratur 1: Ungeprüfte japanische Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2002-061736

Patentliteratur 2: Ungeprüfte japanische Patentanmeldungsveröffentlichung (Übersetzung der PCT-Anmeldung) Nr. 2019-514328

## Kurzfassung der Erfindung

## Technisches Problem

**[0005]** Wenn ein Abfall in der Hauptstromversorgung auftritt, trennt die in Patentliteratur 1 beschriebene Technologie die Hauptstromversorgung ab, um zu verhindern, dass ein Rückstrom von einer Teilstromversorgung zur Hauptstromversorgung fließt. Bei dieser Technologie wird nur dann ein Schaltvorgang ausgeführt, wenn die Hauptstromversorgung ausfällt, und sie ist nicht in der Lage, während der normalen Verwendung durch die Verwendung der Hauptstromversorgung und der Teilstromversorgung selektiv elektrischen Strom zuzuführen.

**[0006]** Die in Patentliteratur 2 beschriebene Technologie ist in der Lage, die erste und die zweite Stromversorgungsquelle selektiv mit dem Ausgangsknoten zu verbinden. Diese Technologie ist jedoch ausgelegt, nur eine von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle mit dem Ausgangsknoten zu verbinden. Daher kann beim Wechsel der elektrischen Stromquelle ein vorübergehender Stromausfall auftreten. Ferner kann, falls sich die Versorgungsspannungen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle beispielsweise infolge individueller Unterschiede oder einer Verschlechterung der Stromversorgungen unterscheiden, ein Überstrom infolge eines Einschaltstroms oder eines Entladungsstroms beim Schalten durch einen Halbleiterschalter fließen und so den Halbleiterschalter beschädigen. Ferner ist es, weil der Einschaltstrom beim Schalten von der Stromkapazität einer angeschlossenen Last abhängt, im Allgemeinen erforderlich, den maximalen Strom unter im schlimmsten Fall auftretenden Bedingungen, bei denen alle angeschlossenen Lasten arbeiten, zu schätzen und einen Halbleiterschalter auszuwählen, der diese Bedingungen erfüllt. Dies führt zu einer Erhöhung der Kosten des Halbleiterschalters.

**[0007]** Unter den vorstehenden Umständen hat sich ein Bedarf an einem Verfahren ergeben, das in der Lage ist, eine Beschädigung des Halbleiterschalters selbst dann zu verhindern, wenn sich die Ausgangs-

spannungen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle unterscheiden.

#### Lösung des Problems

**[0008]** Zum Lösen des vorstehenden Problems ist gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen vorgesehen, die einen ersten Halbleiterschalter, einen zweiten Halbleiterschalter und eine Schaltersteuervorrichtung aufweist. Der erste Halbleiterschalter ist zwischen einer Lastvorrichtung und einer ersten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet. Der zweite Halbleiterschalter ist zwischen der Lastvorrichtung und einer zweiten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet. Die Schaltersteuervorrichtung steuert die Treiberspannungen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters.

**[0009]** Wenn von einer von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, stellt die Schaltersteuervorrichtung einen Zwischenzustand bereit, in dem der Halbleiterschalter, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die ausgelegt ist, nach dem Schalten elektrischen Strom zuzuführen, in einem ungesättigten Zustand gehalten wird, und sie ändert die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Differenz zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgegebenen Spannungen.

#### Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

**[0010]** Bei zumindest einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Haltezeit des Zwischenzustands eines Halbleiterschalters, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die nach dem Schalten elektrischen Strom zuführt, entsprechend der Spannungsdifferenz zwischen den Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle und der zweiten Stromversorgungsquelle geändert. Dadurch kann selbst dann, wenn sich die Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle und der zweiten Stromversorgungsquelle unterscheiden, eine Beschädigung des Halbleiterschalters durch einen Überstrom verhindert werden.

**[0011]** Aufgaben, Konfigurationen und Wirkungen, die von den vorstehend erwähnten abweichen, werden anhand der Beschreibung der folgenden Ausführungsformen verständlich werden.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

**[0012]** Es zeigen:

**Fig. 1** ein schematisches Diagramm eines Beispiels, bei dem mehrere elektrische Stromquel-

len mit einer an einem Fahrzeug montierten Fahrzeugsteuervorrichtung verbunden sind.

**Fig. 2** ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 3** ein Diagramm eines Beispiels des Betriebs einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 4** ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 5** ein erklärendes Diagramm, das zeigt, wie die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einen Einschaltstrom beim Wechsel der elektrischen Stromquelle unter Verwendung von Lastinformationen schätzt,

**Fig. 6** ein Diagramm eines Beispiels des Betriebs einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 7** ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 8** ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 9** ein Diagramm eines Beispiels des Betriebs einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 10** ein erklärendes Diagramm, das vorteilhafte Wirkungen zeigt, die erhalten werden, wenn ein Überlappungszeitraum für die Gate-Spannungen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung bereitgestellt ist,

**Fig. 11** ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer

fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 12** ein Diagramm eines ersten Beispiels der Konfiguration zum Einschalten eines Halbleiterschalters in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 13** ein Diagramm eines Beispiels des Betriebs des Halbleiterschalters beim ersten Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 14** ein Diagramm eines zweiten Beispiels der Konfiguration zum Einschalten eines Halbleiterschalters in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 15** ein Diagramm eines Beispiels des Betriebs des Halbleiterschalters beim zweiten Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 16** ein Diagramm eines dritten Beispiels der Konfiguration zum Einschalten eines Halbleiterschalters in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

**Fig. 17** ein Diagramm eines Beispiels des Betriebs des Halbleiterschalters beim dritten Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

**Fig. 18** ein Blockdiagramm eines Beispiels der Hardwarekonfiguration eines Computers, der in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß jeder Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthalten ist. Beschreibung von Ausführungsformen

**[0013]** Beispiele von Modi zur Implementation der vorliegenden Erfindung (nachstehend als „Ausführungsformen“ bezeichnet) werden nun mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben. In diesem Dokument und den anliegenden Zeichnungen sind Komponenten, die identisch sind oder im Wesentlichen die gleichen Funktionen aufweisen, mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nicht redundant beschrieben. Ferner können, falls mehrere Komponenten auftreten, welche die gleichen oder ähnliche Funktionen aufweisen, an die gleichen Bezugszeichen zu Erklärungszwecken

unterschiedliche Indizes angehängt werden. Ferner können die Indizes in der Beschreibung fortgelassen werden, wenn nicht zwischen mehreren Komponenten unterschieden zu werden braucht.

<Erste Ausführungsform>

**[0014]** Zuerst wird mit Bezug auf **Fig. 1** ein Beispiel eines Fahrzeugs beschrieben, das mit einer Vorrichtung zum Schalten zwischen mehreren elektrischen Stromquellen vorgesehen ist.

**[0015]** **Fig. 1** ist ein schematisches Diagramm, das ein Beispiel zeigt, in dem mehrere elektrische Stromquellen mit einer an einem Fahrzeug angebrachten Fahrzeugsteuervorrichtung verbunden sind. Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist das Fahrzeug 100 eine Fahrzeugsteuervorrichtung 110, Sensoren 120, Aktuatoren 130, eine erste Stromversorgungsquelle („erste Stromversorgung“ in **Fig. 1**) 2a und eine zweite Stromversorgungsquelle („zweite Stromversorgung“ in **Fig. 1**) 2b auf. Die Fahrzeugsteuervorrichtung 110 ist mit den Sensoren 120, den Aktuatoren 130, der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b verbunden.

**[0016]** Die Fahrzeugsteuervorrichtung 110 weist eine Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen und eine Steuereinrichtung 111 auf. Die Steuereinrichtung 111 empfängt Erfassungssignale von den Sensoren 120 über eine Signalleitung d1 und steuert das Fahrzeug 100 durch Senden von Steuersignalen zu den Aktuatoren 130 über eine Steuerleitung s1. Die Steuereinrichtung 111 analysiert die von den Sensoren 120 empfangenen Erfassungssignale und erzeugt entsprechend dem Ergebnis der Analyse Steuersignale zur Steuerung der Arbeitsvorgänge der Aktuatoren 130. Die Steuereinrichtung 111 kann beispielsweise unter Verwendung einer ECU (elektronischen Steuereinheit) gebildet sein. Die Sensoren 120 und die Aktuatoren 130 sind Lastvorrichtungen, die von der ersten Stromversorgungsquelle 2a oder der zweiten Stromversorgungsquelle 2b zugeführten elektrischen Strom verbrauchen.

**[0017]** Die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen schaltet eine Stromversorgungsquelle entsprechend den Versorgungsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b zwischen diesen Stromversorgungsquellen. Die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen empfängt von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zugeführten elektrischen Strom über eine Stromversorgungsleitung p1 und empfängt von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b zugeführten elektrischen Strom über eine Stromversorgungsleitung p2. Die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen führt

den von der ersten Stromversorgungsquelle 2a oder der zweiten Stromversorgungsquelle 2b empfangenen elektrischen Strom über eine Stromversorgungsleitung p3 den Sensoren 120 und über eine Stromversorgungsleitung p4 den Aktuatoren 130 zu.

**[0018]** Bei der im in **Fig. 1** dargestellten Beispiel beschriebenen Konfiguration ist die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen in die Fahrzeugsteuervorrichtung 110 eingebaut. Alternativ kann die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen jedoch von der Fahrzeugsteuervorrichtung 110 getrennt sein. Ferner kann eine alternative Konfiguration verwendet werden, damit die Steuereinrichtung 111 die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen steuern kann. Beispielsweise kann ein zum Beispiel von einem Mechaniker verwendetes Endgerät mit der Steuereinrichtung 111 verbunden sein, so dass die Steuereinrichtung 111 das Ein-/Ausschalten eines ersten Halbleiterschalters 3a und eines zweiten Halbleiterschalters 3b entsprechend Befehlen vom Endgerät steuern kann.

**[0019]** Als nächstes wird eine Konfiguration der Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben.

**[0020]** **Fig. 2** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen ist mit der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b verbunden. Beispielsweise sind die erste Stromversorgungsquelle 2a und die zweite Stromversorgungsquelle 2b mit einer Bordbatterie und einem Leistungswandler in der Art eines Gleichspannungswandlers verbunden. Die Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen weist den ersten Halbleiterschalter 3a, den ersten Halbleiterschalter 3b und eine Schaltersteuervorrichtung 5 auf.

**[0021]** Der erste Halbleiterschalter 3a befindet sich zwischen Lastvorrichtungen 4a bis 4c und der ersten Stromversorgungsquelle 2a, die den Lastvorrichtungen 4a bis 4c elektrischen Strom zuführt. Der elektrische Strom von der ersten Stromversorgungsquelle 2a wird mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c durch den ersten Halbleiterschalter 3a zugeführt. Beispielsweise weist der erste Halbleiterschalter 3a einen Feldeffekttransistor M auf. Der im ersten Halbleiterschalter 3a enthaltene Feldeffekttransistor M ist so ausgelegt, dass eine zwischen der Drain- und der Source-Elektrode des ersten Halbleiterschalters 3a ausgebildete Body-Diode (auch als „parasitäre

Diode“ bezeichnet) entgegengesetzt zur Richtung der Stromversorgung von der ersten Stromversorgungsquelle 2a angeschlossen ist. Das heißt, dass die Anode der Body-Diode mit der Source-Elektrode des Feldeffekttransistors M verbunden ist und dass die Kathode mit der Drain-Elektrode des Feldeffekttransistors M verbunden ist.

**[0022]** Der zweite Halbleiterschalter 3b befindet sich zwischen den Lastvorrichtungen 4a bis 4c und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b, die den Lastvorrichtungen 4a bis 4c elektrischen Strom zuführt. Der elektrische Strom von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b wird mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c durch den zweiten Halbleiterschalter 3b zugeführt. Beispielsweise weist der zweite Halbleiterschalter 3b den Feldeffekttransistor M auf. Der im zweiten Halbleiterschalter 3b enthaltene Feldeffekttransistor M ist so ausgelegt, dass eine zwischen der Drain- und der Source-Elektrode des zweiten Halbleiterschalters 3b ausgebildete Body-Diode entgegengesetzt zur Richtung der Stromversorgung von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b angeschlossen ist. Das heißt, dass die Anode der Body-Diode mit der Source-Elektrode des Feldeffekttransistors M verbunden ist und dass die Kathode mit der Drain-Elektrode des Feldeffekttransistors M verbunden ist.

**[0023]** Die Lastvorrichtungen 4a bis 4c sind so ausgelegt, dass elektrischer Strom entsprechend der Steuerung des ersten Halbleiterschalters 3a und des zweiten Halbleiterschalters 3b entweder von der ersten Stromversorgungsquelle 2a oder der zweiten Stromversorgungsquelle 2b zugeführt werden kann. Ein Ausgangsanschluss des ersten Halbleiterschalters 3a und ein Ausgangsanschluss des zweiten Halbleiterschalters 3b sind elektrisch verbunden, und die mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c sind mit den Ausgangsanschlüssen verbunden.

**[0024]** Die Lastvorrichtungen 4a bis 4c sind Aktuatoren 130 in der Art von am Fahrzeug 100 angebrachten Elektromotoren und Solenoiden oder Sensoren 120 in der Art von Kameras. Ferner wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform angenommen, dass die Anzahl der angeschlossenen Lastvorrichtungen drei ist. Die Anzahl der angeschlossenen Lastvorrichtungen ist jedoch nicht auf drei beschränkt. Es kann eine alternative Konfiguration verwendet werden, bei der zwei oder mehr Lastvorrichtungen angeschlossen sind. In der folgenden Beschreibung werden die Lastvorrichtungen 4a bis 4c, wenn es nicht erforderlich ist, zwischen ihnen zu unterscheiden, als „Lastvorrichtungen 4“ bezeichnet.

**[0025]** Die Schaltersteuervorrichtung 5 gibt Steuerungssignale (Gate-Spannungen) an den ersten Halbleiterschalter 3a und den zweiten Halbleiterschalter 3b aus, um die Stromversorgung zu schalten. Die Schal-

tersteuervorrichtung 5 weist einen Spannungsvergleicher 7 und eine Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 auf.

**[0026]** Der Spannungsvergleicher 7 überwacht eine von der ersten Stromversorgungsquelle 2a ausgegebene Spannung  $V_a$  und eine von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgegebene Spannung  $V_b$  und erfasst eine Spannungsdifferenz  $V_d (= V_a - V_b)$ . Die Spannungsdifferenz  $V_d$  wird an die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 ausgegeben.

**[0027]** Entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  erzeugt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 eine Gate-Spannung  $V_{ga}$  des als erster Halbleiterschalter 3a verwendeten Feldeffekttransistors M und eine Gate-Spannung  $V_{gb}$  des als zweiter Halbleiterschalter 3b verwendeten Feldeffekttransistors M und gibt sie aus. Wenn die Gate-Spannung  $V_{ga}$  des ersten Halbleiterschalters 3a auf den hohen Pegel geht, wird der erste Halbleiterschalter 3a eingeschaltet.

**[0028]** Wenn die Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b auf den hohen Pegel geht, wird der zweite Halbleiterschalter 3b eingeschaltet. In der folgenden Beschreibung werden der erste Halbleiterschalter 3a und der zweite Halbleiterschalter 3b, wenn es nicht erforderlich ist, zwischen ihnen zu unterscheiden, als „Halbleiterschalter 3“ bezeichnet.

**[0029]** In **Fig. 2** wird ein N-Kanal-MOS-Feldeffekttransistor als Feldeffekttransistor M verwendet. Es kann jedoch alternativ auch ein P-Kanal-MOS-Feldeffekttransistor oder ein anderer Feldeffekttransistor verwendet werden. Alternativ können die Halbleiterschalter 3 unter Verwendung eines Bipolartransistors ausgelegt werden.

**[0030]** Ein Beispiel des Betriebs der Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird nun mit Bezug auf **Fig. 3** beschrieben.

**[0031]** **Fig. 3** ist ein Diagramm, das ein Beispiel des Betriebs der Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen zeigt. Der obere Teil von **Fig. 3** zeigt ein Spannungsprofil der Gate-Spannung  $V_{ga}$  während des Schaltens von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b, der mittlere Teil von **Fig. 3** zeigt ein Spannungsprofil der Gate-Spannung  $V_{gb}$ , und der untere Teil von **Fig. 3** zeigt einen durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließenden Strom  $I_2$ . In **Fig. 3** repräsentiert die horizontale Achse die Zeit  $t$ .

**[0032]** Die von der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgegebenen Spannungen  $V_a$ ,  $V_b$  variieren beispielsweise

infolge der individuellen Differenz der Bordbatterie und des Gleichspannungswandlers, des Ladezustands, der Länge der Verdrahtung und der Verschlechterung der Bordbatterie und der Stromversorgungsverdrahtung. Nachfolgend wird ein Beispiel beschrieben, bei dem die Stromversorgungsquelle unter der Annahme, dass die Spannung  $V_a$  der ersten Stromversorgungsquelle 2a 13 V ist und die Spannung  $V_b$  der zweiten Stromversorgungsquelle 2b 14 V ist, von der eine niedrige Ausgangsspannung erzeugenden ersten Stromversorgungsquelle 2a zur eine hohe Ausgangsspannung erzeugenden zweiten Stromversorgungsquelle 2b umgeschaltet wird.

**[0033]** Wie in **Fig. 3** dargestellt ist, liegt die Gate-Spannung  $V_{ga}$  des ersten Halbleiterschalters 3a auf einem hohen Pegel und die Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b auf einem niedrigen Pegel, wenn elektrischer Strom von der ersten Stromversorgungsquelle 2a den Lastvorrichtungen 4a bis 4c (der ersten Stromversorgung S1) zugeführt wird.

**[0034]** Wenn die Stromversorgungsquelle aus dem Zustand der ersten Stromversorgung S1 zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b zu schalten ist, legt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Gate-Spannung  $V_{ga}$  des ersten Halbleiterschalters 3a zuerst auf den niedrigen Pegel. Dann erhöht die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Gate-Spannung  $V_{ga}$  gleichzeitig mit dieser Spannungseinstellung oder nach Beginn des Anstiegs der Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b auf eine Zwischenspannung  $V_m$  zwischen dem niedrigen Pegel und dem hohen Pegel und hält die Zwischenspannung  $V_m$  während einer Haltezeit  $T_m$  (Zwischenzustand S2).

**[0035]** Es sei bemerkt, dass eine bestimmte Zeitdauer (Anstiegszeit) erforderlich ist, damit die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Gate-Spannung vom niedrigen Pegel auf die Zwischenspannung  $V_m$  erhöhen kann. Daher kann ausgesagt werden, dass die Zeit, während derer die Gate-Spannung tatsächlich auf der Zwischenspannung  $V_m$  gehalten wird, kürzer ist als die Haltezeit  $T_m$ , die in dem Moment beginnt, in dem der in **Fig. 3** dargestellte Anstieg der Gate-Spannung beginnt. Weil die Anstiegszeit kürzer ist als die Zeit, während derer die Gate-Spannung auf einem konstanten Wert der Zwischenspannung  $V_m$  gehalten wird, wird die Haltezeit  $T_m$  jedoch als Zeitraum zwischen dem Beginn des Anstiegs der Gate-Spannung und dem Beginn des Spannungsanstiegs auf den nächsten Spannungspegel angesehen. Beispielsweise ist der nächste Spannungspegel in **Fig. 3** der hohe Pegel und ist in **Fig. 13** die Zwischenspannung der zweiten Stufe, wie später beschrieben wird.

**[0036]** Anschließend erhöht die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b auf den hohen Pegel. Dadurch wird die Stromversorgungsquelle ganz von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b (zweiten Stromversorgung S3) geschaltet.

**[0037]** Wie vorstehend beschrieben, liegen die Spannungspegel der Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$  gemäß der vorliegenden Ausführungsform in drei verschiedenen Zuständen vor, nämlich dem hohen Pegel, dem niedrigen Pegel und der Zwischenspannung. Der hohe Pegel repräsentiert eine Spannung, bei der der Durchlasswiderstand der als erster Halbleiterschalter 3a und zweiter Halbleiterschalter 3b dienenden Feldeffekttransistoren minimiert ist, beispielsweise eine Spannung, an der die Gate-Source-Spannung 10 V beträgt oder höher ist. Der niedrige Pegel repräsentiert eine Spannung, bei der die Ausgangskennlinien (ID-VDS-Kennlinien) eines Feldeffekttransistors in einem blockierten Bereich liegen, beispielsweise eine Spannung, an der die Gate-Source-Spannung 0 V ist. Bei der Zwischenspannung liegen die Ausgangskennlinien eines Feldeffekttransistors in einem ungesättigten Bereich und hängt der Source-Drain-Widerstand von der Gate-Spannung ab.

**[0038]** Die Haltezeit  $T_m$  wird entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den von der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgegebenen Spannungen dynamisch festgelegt. Wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  klein ist, wird die Haltezeit  $T_m$  verkürzt, und wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  groß ist, wird die Haltezeit  $T_m$  verlängert. Das heißt, dass die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Haltezeit  $T_m$  so ändert, dass sie länger als eine vorgegebene Referenzzeit ist, wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  größer als ein vorbestimmter Wert ist, und dass die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Haltezeit  $T_m$  so ändert, dass sie kürzer als die vorgegebene Referenzzeit ist, wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  kleiner oder gleich dem vorbestimmten Wert ist.

**[0039]** Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird ein Zustand, in dem die Gate-Spannung des Halbleiterschalters zwischen dem niedrigen Pegel und dem hohen Pegel liegt, als „Zwischenzustand“ definiert. Bei der herkömmlichen Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen bleibt das Spannungsprofil unverändert, bis die Gate-Spannung  $V_{gb}$  im Zwischenzustand vom niedrigen Pegel auf den hohen Pegel ansteigt, wie durch die dünne durchgezogene Linie im mittleren Teil von **Fig. 3** dargestellt ist. In der Haltezeit wird ein Einschaltstrom begrenzt, der beim Schalten der elektrischen Stromquelle durch den Halbleiterschalter

fließt, und sie kann auch als „Strombegrenzungszeit“ bezeichnet werden.

**[0040]** Wenn das Schalten zwischen Stromversorgungsquellen mit unterschiedlichen Spannungswerten ausgeführt wird, wenn die Stromversorgungsquelle beispielsweise von der ersten Stromversorgungsquelle 2a (Spannung  $V_a = 13$  V) zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b (Spannung  $V_b = 14$  V) geschaltet wird, wie in Zusammenhang mit der vorliegenden Ausführungsform beschrieben, tritt der Einschaltstrom entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den beiden Stromversorgungsquellen auf. In herkömmlichen Konfigurationen fließt ein hoher Einschaltstrom, der einen durch die strichpunktierte Linie angegebenen zulässigen Strom überschreitet, durch den zweiten Halbleiterschalter 3b.

**[0041]** Nachfolgend wird der Strom  $I_2$  beschrieben, der durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließt, wenn das Schalten in der Konfiguration gemäß der vorliegenden Ausführungsform vom Zwischenzustand S2 zur zweiten Stromversorgung S3 erfolgt. Wie im unteren Teil von **Fig. 3** gezeigt, fließt ein erster Spitzenstrom, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b auf die Zwischenspannung  $V_m$  ansteigt, und fließt dann, nachdem der erste Spitzenstrom abgenommen hat, ein zweiter Spitzenstrom, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb}$  auf den hohen Pegel ansteigt.

**[0042]** Wie vorstehend beschrieben, ist die vorliegende Ausführungsform so ausgelegt, dass die Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b stufenweise erhöht wird, ohne abrupt vom niedrigen auf den hohen Pegel erhöht zu werden. Daher kann ein Spitzenstrom so dispergiert werden, dass der Strom  $I_2$  (Spitzenstrom), der beim Schalten der elektrischen Stromquelle durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließt, den zulässigen Strom nicht überschreitet. Ferner ist die vorliegende Ausführungsform so ausgelegt, dass die Stromversorgungsquelle entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b geändert werden kann. Daher kann das Schalten von einer Stromversorgungsquelle zu einer anderen geschehen, ohne den zulässigen Strom zu überschreiten. Herkömmlich gab es keine Konfiguration zum Ändern der Haltezeit  $T_m$  der Zwischenspannung  $V_m$  im Zwischenzustand beim Schalten der elektrischen Stromquelle entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$ . Daher erhöht sich herkömmlich, wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  ansteigt, der Spitzenstrom eines Halbleiterschalters entsprechend und kann den zulässigen Strom überschreiten. Dieses Problem wird jedoch durch die vorliegende Ausführungsform gelöst.

**[0043]** Wie vorstehend beschrieben, weist die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen (Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen) gemäß der ersten Ausführungsform einen ersten Halbleiterschalter (ersten Halbleiterschalter 3a), einen zweiten Halbleiterschalter (zweiten Halbleiterschalter 3b) und eine Schaltersteuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5) auf. Der erste Halbleiterschalter (erste Halbleiterschalter 3a) befindet sich zwischen den Lastvorrichtungen (4a bis 4c) und einer ersten Stromversorgungsquelle (ersten Stromversorgungsquelle 2a), die dafür ausgelegt ist, den Lastvorrichtungen (4a bis 4c) elektrischen Strom zuzuführen. Der zweite Halbleiterschalter (zweite Halbleiterschalter 3b) befindet sich zwischen den Lastvorrichtungen und einer zweiten Stromversorgungsquelle (zweiten Stromversorgungsquelle 2b), die dafür ausgelegt ist, den Lastvorrichtungen elektrischen Strom zuzuführen. Die Schaltersteuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5) steuert die Treiberspannungen des ersten Halbleiterschalters und des zweiten Halbleiterschalters.

**[0044]** Wenn von einer von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, stellt die Schaltersteuervorrichtung einen Zwischenzustand bereit, in dem der Halbleiterschalter (der zweite Halbleiterschalter 3b), der an die Stromversorgungsquelle (beispielsweise die zweite Stromversorgungsquelle 2b) angeschlossen ist, die ausgelegt ist, nach dem Schalten elektrischen Strom zuzuführen, in einem ungesättigten Zustand gehalten wird, und sie ändert die Haltezeit (Haltezeit  $T_m$ ) des Zwischenzustands entsprechend der Spannungsdifferenz (Spannungsdifferenz  $V_d$ ) zwischen von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgehenden Spannungen.

**[0045]** Bei der vorstehend beschriebenen Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform wird die Haltezeit (Strombegrenzungszeit) des Zwischenzustands eines Halbleiterschalters, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die nach dem Schalten elektrischen Strom zuführt, entsprechend der Spannungsdifferenz zwischen den Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle und der zweiten Stromversorgungsquelle geändert. Dadurch können selbst dann, wenn sich die Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle und der zweiten Stromversorgungsquelle unterscheiden, infolge eines Überstroms am Halbleiterschalter hervorgerufene Schäden verhindert werden und kann die Stromversorgungsquelle problemlos gewechselt werden, ohne die Stromversorgung zu unterbrechen.

<Zweite Ausführungsform>

**[0046]** Als nächstes wird die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer zweiten Ausführungsform beschrieben. Die zweite Ausführungsform ist ein Beispiel einer Konfiguration, bei der der erste Halbleiterschalter 3a und der zweite Halbleiterschalter 3b unter Berücksichtigung der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b sowie Informationen in Bezug auf die Lastvorrichtungen 4 (Lastinformationen) gesteuert werden. Die folgende Beschreibung der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform konzentriert sich auf die Unterschiede gegenüber der ersten Ausführungsform.

**[0047]** Zuerst wird die Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 4** beschrieben.

**[0048]** **Fig. 4** ist ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Die Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen weist anstelle der Schaltersteuervorrichtung 5 der Vorrichtung 1 zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der ersten Ausführungsform eine Schaltersteuervorrichtung 5A auf. Insbesondere weist die Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen den ersten Halbleiterschalter 3a, den zweiten Halbleiterschalter 3b und die Schaltersteuervorrichtung 5A auf.

**[0049]** Die Schaltersteuervorrichtung 5A gibt Steuersignale an den ersten Halbleiterschalter 3a und den zweiten Halbleiterschalter 3b aus, um die Stromversorgung zu schalten. Die Schaltersteuervorrichtung 5A weist den Spannungsvergleicher 7, eine Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6A und Lastinformationen 8A auf.

**[0050]** Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6A erzeugt die Gate-Spannung  $V_{ga}$  des ersten Halbleiterschalters 3a (Feldeffekttransistors M) und die Gate-Spannung  $V_{gb}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b (Feldeffekttransistors M) entsprechend der vom Spannungsvergleicher 7 ausgehenden Spannungsdifferenz  $V_d$  und gibt diese aus. Ferner erzeugt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6A die Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$  entsprechend den Lastinformationen 8A auf der Grundlage des elektrischen Ersatzwiderstands und der Ersatzkapazität der Lastvorrichtungen 4a bis 4c und gibt diese aus. Die Lastinformationen 8A werden beispielsweise in einem Speicher gespeichert. Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6A greift auf den Speicher zu, in dem die

Lastinformationen 8A gespeichert sind, und erzeugt die Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$ .

**[0051]** Die vorliegende Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass die Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$  zusätzlich zur Spannungsdifferenz  $V_d$  entsprechend den Lastinformationen 8A erzeugt und ausgegeben werden. Die Lastinformationen 8A sind ein Parameter, der auf dem Ersatzschaltungsmodell der Lastvorrichtungen 4a bis 4c beruht, wie in **Fig. 4** dargestellt. Die Lastvorrichtungen 4a bis 4c können durch eine Ersatzschaltung mit dem elektrischen Ersatzwiderstand und der Ersatzkapazität beruhen, wie in **Fig. 4** dargestellt. Die Lastinformationen 8A beruhen auf dem elektrischen Ersatzwiderstand und der Ersatzkapazität der mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist es wünschenswert, dass die die elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtungen repräsentierenden Informationen zumindest den elektrischen Ersatzwiderstand und die Ersatzkapazität umfassen. Wenngleich der elektrische Widerstand und die Kapazität der Lastvorrichtungen 4 als Beispiele der elektrischen Eigenschaften angegeben sind, kann beispielsweise zusätzlich eine Reaktanzkomponente berücksichtigt werden.

**[0052]** Beispielsweise wird die Lastvorrichtung 4a als Ersatzschaltung repräsentiert, bei der ein elektrischer Ersatzwiderstand  $R_{L1}$  parallel zu einer Ersatzkapazität  $C1$  und einem elektrischen Ersatzwiderstand  $R_{S1}$ , die in Reihe geschaltet sind, geschaltet ist. Ähnlich wird die Lastvorrichtung 4b als Ersatzschaltung repräsentiert, bei der ein elektrischer Ersatzwiderstand  $R_{L2}$  parallel zu einer Ersatzkapazität  $C2$  und einem elektrischen Ersatzwiderstand  $R_{S2}$ , die in Reihe geschaltet sind, geschaltet ist. Zusätzlich wird die Lastvorrichtung 4c als Ersatzschaltung repräsentiert, bei der ein elektrischer Ersatzwiderstand  $R_{L3}$  parallel zu einer Ersatzkapazität  $C3$  und einem elektrischen Ersatzwiderstand  $R_{S3}$ , die in Reihe geschaltet sind, geschaltet ist. Die Ersatzschaltungen der Lastvorrichtungen 4a bis 4c sind an einem Ende an eine Stromversorgungsleitung und am anderen Ende an Masse angeschlossen.

**[0053]** Ein Beispiel der Prozedur zum Bestimmen eines Gate-Spannungsprofils gemäß den vorstehend beschriebenen Lastinformationen 8A gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird nun mit Bezug auf die **Fig. 5** und **6** beschrieben.

**[0054]** **Fig. 5** ist ein erklärendes Diagramm, das zeigt, wie die Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen den Einschaltstrom beim Wechsel der elektrischen Stromquelle unter Verwendung der Lastinformationen 8A schätzt. In **Fig. 5** repräsentiert die vertikale Achse den durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließenden Strom  $I_2$  und repräsentiert die horizontale Achse die Zeit  $t$ . Falls

beispielsweise ein Schalten von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgeführt wird, kann der durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließende Strom  $I_2$  durch die nachstehende Gleichung (1) vorhergesagt werden.

[Gleichung 1]

$$I_2(t) = i_c + i_R = \frac{V_d}{R_s} e^{-\frac{1}{CR_s}t} + \frac{V_b}{R_L} \quad (1)$$

**[0055]** Hier ist „ $i_c$ “ der Kapazitätsladestrom des durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließenden Stroms  $I_2$ . „ $i_R$ “ ist der Gleichanteil des durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließenden Stroms  $I_2$ . „ $t$ “ ist die seit dem Anlegen der Gate-Spannung  $V_{gb}$  an den zweiten Halbleiterschalter 3b verstrichene Zeit. „ $V_d$ “ ist die Differenz zwischen den von der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgegebenen Spannungen (nachstehend auch als „Versorgungsspannungsdifferenz“ bezeichnet). „ $R_s$ “ ist der kombinierte Parallelwiderstand der in Reihe mit der Ersatzkapazität jeder Lastvorrichtung 4 geschalteten elektrischen Widerstände ( $R_{s1}$  bis  $R_{s3}$  in **Fig. 4**). „ $C$ “ ist die kombinierte Parallelkapazität der Ersatzkapazitäten ( $C1$  bis  $C3$ ) jeder Lastvorrichtung 4. „ $V_b$ “ ist die Ausgangsspannung der zweiten Stromversorgungsquelle 2b. „ $R_L$ “ ist der kombinierte Parallelwiderstand der elektrischen Ersatzwiderstände ( $R_{L1}$  bis  $R_{L3}$ ) jeder Lastvorrichtung 4.

**[0056]** Auf der Grundlage der vorstehenden Gleichung (1) wird der Spitzenstrom des beim Schalten der elektrischen Stromquelle durch den zweiten Halbleiterschalter 3b fließenden Einschaltstroms geschätzt. Falls der Spitzenstrom den zulässigen Strom überschreitet, wird die nachstehende Gleichung (2) unter Berücksichtigung des Source-Drain-Widerstands  $R_{sd}$  des zweiten Halbleiterschalters 3b verwendet, um den Wert des Source-Drain-Widerstands  $R_{sd}$  zu berechnen, ohne dass der zulässige Strom überschritten wird.

[Gleichung 2]

$$I_2(t) = i_c + i_R = \frac{V_d}{R_s + R_{sd}} e^{-\frac{1}{C(R_s + R_{sd})}t} + \frac{V_b}{R_L} \quad (2)$$

**[0057]** Nachdem der Source-Drain-Widerstand  $R_{sd}$  anhand Gleichung (2) berechnet wurde, wird die Gate-Spannung  $V_{gb}$ , bei der der Source-Drain-Widerstand gleich  $R_{sd}$  ist, auf der Grundlage der elektrischen Eigenschaften des im zweiten Halbleiterschalter 3b enthaltenen Feldeffekttransistors  $M$  bestimmt. Die Gate-Spannung  $V_{gb}$  kann beispielsweise unter Verwendung der Drain-Strom-Gate-Source-Spannungs-Kennlinien ( $I_d$ - $V_{GS}$ -Kennlinien)

berechnet werden. Der hier bestimmte Wert der Gate-Spannung  $V_{gb}$  ist der Zwischenspannungswert im Zwischenzustand gemäß der vorliegenden Erfindung (Zwischenspannung  $V_m$  in **Fig. 6**).

**[0058]** Als nächstes wird ein Beispiel des Betriebs einer Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 6** beschrieben. **Fig. 6** ist ein Diagramm, das ein Beispiel des Betriebs der Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen zeigt. Der obere Teil von **Fig. 6** zeigt das Spannungsprofil der von der Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 erzeugten Gate-Spannung  $V_{gb}$ , und der untere Teil von **Fig. 6** zeigt den Strom  $I_2$  des zweiten Halbleiterschalters 3b. In **Fig. 5** repräsentiert die horizontale Achse die Zeit  $t$ .

**[0059]** Zuerst erhöht die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 die Gate-Spannung  $V_{gb}$  nach dem Wechsel der elektrischen Stromquelle von einem niedrigen Pegel auf die Zwischenspannung  $V_m$ , die wie vorstehend beschrieben bestimmt wird. Die Haltezeit  $T_m$  bei der Zwischenspannung  $V_m$  wird durch die nachstehende Gleichung (3) entsprechend dem elektrischen Ersatzwiderstand  $R_s$  und der Ersatzkapazität  $C$  der Lastvorrichtungen 4 und dem Source-Drain-Widerstand  $R_{sd}$  des Feldeffekttransistors bestimmt.

[Gleichung 3]

$$T_m = k C (R_s + R_{sd}) \quad (3)$$

**[0060]** in Gleichung (3) ist „ $k$ “ eine Konstante. Wenn die Gate-Spannung  $V_{gb}$  auf den hohen Pegel erhöht wird, nachdem die Gate-Spannung  $V_{gb}$  während eines Zeitraums der Haltezeit  $T_m$  im Zwischenzustand gehalten wurde, wird der zweite Halbleiterschalter 3b ganz eingeschaltet. Der Strom bei diesem Spannungsprofil ist  $I_2$ , der erste Spitzenstrom fließt, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb}$  auf die Zwischenspannung  $V_m$  geändert wird, und der zweite Spitzenstrom fließt, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb}$  anschließend auf den hohen Pegel ansteigt. Die vorliegende Ausführungsform ist so ausgelegt, dass der Spitzenstrom entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  und den elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtungen 4 in den ersten Spitzenstrom und den zweiten Spitzenstrom dispergiert wird. Daher kann der Spitzenstrom geändert werden, ohne den zulässigen Strom zu überschreiten.

**[0061]** Beim vorstehend beschriebenen Beispiel gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird die Haltezeit  $T_m$  anhand des elektrischen Ersatzwiderstands und der Ersatzkapazität in der vorstehend beschriebenen Weise bestimmt. Die Haltezeit  $T_m$  kann jedoch durch Multiplizieren der Zeitkonstante ( $= C (R_s + R_{sd})$ ) in Gleichung (3) mit einem vorbe-

stimmten Koeffizienten  $k$  optimiert werden. Das heißt, dass die Anstiegskurve (Anstiegsgeschwindigkeit) der Gate-Spannung  $V_{gb}$  bei Bedarf durch den Wert von  $k$  variiert werden kann, um die Haltezeit  $T_m$  zu ändern. Falls der zweite Spitzenwert des Stroms  $I_2$  beispielsweise einen Spielraum für den zulässigen Strom hat, kann  $k < 1$  gesetzt werden, so dass die Haltezeit  $T_m$  kürzer als die Zeitkonstante ist, und falls der zweite Spitzenwert des Stroms  $I_2$  keinen Spielraum für den zulässigen Strom hat, kann  $k > 1$  gesetzt werden, so dass die Haltezeit  $T_m$  länger als die Zeitkonstante ist. Anders ausgedrückt, kann die Gate-Spannung  $V_{gb}$  durch die Verwendung der Haltezeit  $T_m$  und des Source-Drain-Widerstands  $R_{sd}$  des Feldeffekttransistors  $M$  des zweiten Halbleiterschalters 3b als Parameter optimiert werden.

**[0062]** Ferner hat die im Zwischenzustand gehaltene Gate-Spannung  $V_{gb}$  (Zwischenspannung  $V_m$ ) beim vorstehend beschriebenen Beispiel der vorliegenden Ausführungsform einen einzigen Wert. Alternativ können jedoch mehrere Spannungswerte festgelegt werden, um die Gate-Spannung  $V_{gb}$  in zwei oder mehr Schritten zu erhöhen. Diese Spannungsprofile sind Entwurfparameter und werden beispielsweise entsprechend den Lastvorrichtungen 4 und den Eigenschaften der Halbleiterschalter 3 geeignet festgelegt.

**[0063]** Wie vorstehend beschrieben, ist die Schaltersteuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5A) gemäß der zweiten Ausführungsform dafür ausgelegt, die Haltezeit  $T_m$  des Zwischenzustands entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den von der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgegebenen Spannungen und den die elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtungen 4a bis 4c repräsentierenden Informationen (Lastinformationen 8A) zu ändern.

**[0064]** Bei der vorstehend beschriebenen Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform legt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6 das Spannungsprofil der Gate-Spannung der Halbleiterschalter 3 entsprechend den Informationen in Bezug auf die Lastvorrichtungen 4 (Lastinformationen 8A) zusätzlich zur Spannungsdifferenz  $V_d$  fest. Selbst wenn sich der Einschaltstrom während des Wechsels der elektrischen Stromquelle infolge des Hinzufügens oder Aktualisierens einer Lastvorrichtung 4 ändert, ermöglicht die vorstehend beschriebene Konfiguration das Verhindern eines Ausfalls und einer Verschlechterung der Halbleiterschalter 3, welche durch den Einschaltstrom auftreten könnten, wenn sich die Lastinformationen ändern. Anders ausgedrückt kann Änderungen der Lastvorrichtungen 4 Rechnung getragen werden, ohne die Halbleiterschalter 3 auszutauschen. Falls beispielsweise die Anzahl der angeschlossenen Lasten oder der

Stromkapazität infolge einer späteren Hinzufügung geändert wird, können solche Änderungen durch eine Softwaremodifikation behandelt werden, ohne dass die Halbleiterschalter 3 ausgetauscht werden müssten.

**[0065]** In der vorstehenden Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform sind der elektrische Ersatzwiderstand und die Ersatzkapazität der Lastvorrichtungen 4 als Lastinformationen 8A angegeben. Die Lastinformationen 8A sind jedoch nicht auf diesen elektrischen Ersatzwiderstand und diese Ersatzkapazität beschränkt. Beispielsweise können die Zwischenspannung  $V_m$  und die Haltezeit  $T_m$  anhand der Eigenschaften des durch den Halbleiterschalter 3 fließenden Einschaltstroms vorbestimmt werden und als Lastinformationen 8A in einem Speicher gespeichert werden. Das heißt, dass die vorteilhaften Wirkungen der vorliegenden Erfindung erhalten werden können, solange durch die Lastinformationen 8A die Parameter ( $T_m$ ,  $V_m$ ), die das Spannungsprofil der Gate-Spannung abhängig von den elektrischen Eigenschaften der angeschlossenen Lastvorrichtungen 4 bestimmen, geeignet geändert werden können und das Spannungsprofil der Gate-Spannung und die Haltezeit des Zwischenzustands geändert werden können.

<Dritte Ausführungsform>

**[0066]** Als nächstes wird die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer dritten Ausführungsform beschrieben. Die dritte Ausführungsform ist ein Beispiel, bei dem die Gate-Spannung der Halbleiterschalter 3 entsprechend den die elektrischen Eigenschaften einer aktivierten der Lastvorrichtungen 4 repräsentierenden Informationen gesteuert wird.

**[0067]** Die Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 7** beschrieben.

**[0068]** **Fig. 7** ist ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration der Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Die Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen ist im Wesentlichen so konfiguriert wie die Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform, und die folgende Beschreibung der Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen konzentriert sich auf die Unterschiede gegenüber der zweiten Ausführungsform.

**[0069]** Die Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen weist anstelle der Schaltersteuervorrichtung 5A der Vorrichtung 1 zum

Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform eine Schaltersteuervorrichtung 5B auf. Das heißt, dass die Vorrichtung 1B zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen den ersten Halbleiterschalter 3a, den zweiten Halbleiterschalter 3b und die Schaltersteuervorrichtung 5B aufweist. Die Schaltersteuervorrichtung 5B weist den Spannungsvergleicher 7, eine Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6B und die Lastinformationen 8A auf.

**[0070]** Zusätzlich zu den in der zweiten Ausführungsform enthaltenen Komponenten weist die vorliegende Ausführungsform Lastschalter 9a bis 9c und eine Lastschalter-Steuervorrichtung 10 auf. Die Lastschalter 9a bis 9c befinden sich an den Versorgungsleitungen der Lastvorrichtungen 4a bis 4c. Die Lastschalter-Steuervorrichtung 10 steuert das Aktivieren/Deaktivieren der Lastschalter 9a bis 9c entsprechend äußeren Befehlen. Die Lastschalter-Steuervorrichtung 10 kann in die Steuereinrichtung 111 der in **Fig. 1** dargestellten Fahrzeugsteuervorrichtung 110 eingebaut sein. Die äußeren Befehle spezifizieren, ob die angeschlossenen Lastvorrichtungen 4a bis 4c jeweils angesteuert werden sollen oder nicht.

**[0071]** Die Schaltersteuervorrichtung 5B empfängt einen Lastschalter-Änderungsbefehl, der von einer elektronischen Steuereinheit (ECU) eines Leistungsmanagementsystems eingegeben wird. Wenn beispielsweise Fehler (oder Anzeichen von Fehlern) in der Lastvorrichtung 4 erkannt werden, werden die Lastschalter 9a bis 9c geschaltet, um die Verwendung der Lastvorrichtungen 4 zu unterbrechen oder ihre Funktionen einzuschränken.

**[0072]** Als Lastschalter können einen Feldeffekttransistor aufweisende Halbleiterschalter oder mechanische Schalter in der Art von Relais verwendet werden. Die Stromversorgung der Lastvorrichtungen 4a bis 4c wird durch die Lastschalter 9a bis 9c gesteuert. In der folgenden Beschreibung werden die Lastschalter 9a bis 9c, wenn es nicht erforderlich ist, zwischen ihnen zu unterscheiden, als „Lastschalter 9“ bezeichnet.

**[0073]** Die Lastinformationen 8A beruhen auf dem elektrischen Ersatzwiderstand und der Ersatzkapazität der Lastvorrichtungen 4a bis 4c. Die Lastinformationen 8A gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden jedoch entsprechend Schaltinformationen in Bezug auf die Lastschalter 9a bis 9c („Schalterinformationen“ in **Fig. 7**), die von der Lastschalter-Steuervorrichtung 10 übertragen werden, nämlich Informationen in Bezug auf die aktivierten Lastvorrichtungen 4a bis 4c, die mit der Stromversorgungsleitung verbunden sind, aktualisiert.

**[0074]** Alternativ können die Lastinformationen 8A Informationen enthalten, welche die elektrischen Eigenschaften aller Lastvorrichtungen 4a bis 4c repräsentieren, und die Lastinformationen 8A können auf der Grundlage der Schalterinformationen entsprechend den elektrischen Eigenschaften einer angesteuerten Lastvorrichtung 4 (den elektrischen Eigenschaften des Ersatzschaltungsmodells) aktualisiert und in einem Speicher gespeichert werden.

**[0075]** Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6B hat die gleiche Funktion wie die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6A gemäß der zweiten Ausführungsform. Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6B greift auf den Speicher zu, in dem die Lastinformationen 8A gespeichert sind, und erzeugt die Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$  ebenso wie gemäß der zweiten Ausführungsform.

**[0076]** Ferner kann die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6B in einem Fall, in dem Informationen in Bezug auf die elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtungen 4a bis 4c in die Lastinformationen 8A aufgenommen wurden, entsprechend den Schalterinformationen nur Informationen in Bezug auf die elektrischen Eigenschaften einer aktivierten Lastvorrichtung 4 aus den Lastinformationen 8A extrahieren und eine Gate-Spannung auf der Grundlage der extrahierten Informationen in Bezug auf die elektrischen Eigenschaften der aktivierten Lastvorrichtung 4 erzeugen. Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6B kann die Schalterinformationen vor dem Wechsel der elektrischen Stromquelle durch periodisches Kommunizieren mit der Lastschalter-Steuervorrichtung 10 erhalten. Beispielsweise ist in **Fig. 7** nur der Lastschalter 9a aktiviert und ist die Lastvorrichtung 4a an die Versorgungsleitung angeschlossen und wird dadurch angesteuert. Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6B erzeugt eine Gate-Spannung entsprechend den Lastinformationen 8A auf der Grundlage der elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtung 4a.

**[0077]** Der während des Wechsels der elektrischen Stromquelle durch die Halbleiterschalter 3 fließende Einschaltstrom wird durch eine gegenwärtig angesteuerte Lastvorrichtung 4 bestimmt. Daher ermöglicht es die vorliegende Ausführungsform, den beim Wechsel der elektrischen Stromquelle durch die Halbleiterschalter 3 fließenden Einschaltstrom genauer zu schätzen und eine optimale Gate-Spannung zu erzeugen.

**[0078]** Ferner kann die Schaltersteuervorrichtung 5B vor dem Wechsel von einer Stromversorgungsquelle zur anderen die Stromversorgung zu einer der Lastvorrichtungen 4a bis 4c unterbrechen und die Haltezeit  $T_m$  des Zwischenzustands entsprechend die elektrischen Eigenschaften (beispielsweise den elektrischen Ersatzwiderstand und die

Ersatzkapazität) einer aktivierten der Lastvorrichtungen 4 repräsentierenden Informationen ändern. Beispielsweise können mehrere Lastvorrichtungen 4 vorab als kritische Vorrichtungen und nicht kritische Vorrichtungen klassifiziert werden und können die nicht kritischen Vorrichtungen während des Wechsels der elektrischen Stromquelle abgeschaltet werden. Dies ermöglicht das Verringern der Anzahl der während des Wechsels der elektrischen Stromquelle angeschlossenen Lastvorrichtungen 4 und das Verringern des beim Wechsel der elektrischen Stromquelle durch die Halbleiterschalter 3 fließenden Einschaltstroms. Beispielsweise sind die kritischen Vorrichtungen Bremsleuchten, Frontscheinwerfer, Scheibenwischer und andere für das sichere Fahren von Kraftfahrzeugen wichtige Lastvorrichtungen. Nicht kritische Vorrichtungen sind Audiovorrichtungen, Klimaanlage, elektrisch betriebene Fenster und andere Lastvorrichtungen, die das sichere Fahren von Kraftfahrzeugen nicht beeinträchtigen, falls sie vorübergehend deaktiviert werden.

**[0079]** Nach dem Wechsel der elektrischen Stromquelle führt die Lastschalter-Steuervorrichtung 10 den Lastvorrichtungen 4, deren Stromzufuhr unterbrochen wurde, elektrischen Strom zu. Im vorstehenden Fall aktiviert die Lastschalter-Steuervorrichtung 10 die an die Lastvorrichtungen 4, deren Stromzufuhr unterbrochen wurde, angeschlossenen Lastschalter 9, ohne dass der zulässige Strom der Halbleiterschalter 3 überschritten wird, und treibt die Lastvorrichtungen 4 auf diese Weise an. Beispielsweise treibt die Lastschalter-Steuervorrichtung 10 mehrere angehaltene Lastvorrichtungen 4 nacheinander an, statt sie gleichzeitig anzutreiben. Alternativ kann die Lastschalter-Steuervorrichtung 10 verhindern, dass Lastvorrichtungen 4 mit hohen Einschaltströmen (Ersatzkapazitäten) gleichzeitig aktiviert werden, um zu verhindern, dass der zulässige Strom der Halbleiterschalter 3 überschritten wird. Umgekehrt kann die Stromversorgung mehrerer Lastvorrichtungen 4 gleichzeitig eingeleitet werden, solange der zulässige Strom der Halbleiterschalter 3 nicht überschritten wird.

**[0080]** Wie vorstehend beschrieben, ist die Schaltersteuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5B) gemäß der dritten Ausführungsform dafür ausgelegt, die Haltezeit  $T_m$  des Zwischenzustands entsprechend die elektrischen Eigenschaften einer aktivierten der mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c repräsentierenden Informationen (Lastinformationen 8A) zu ändern.

**[0081]** Bei der vorstehend beschriebenen Konfiguration der vorliegenden Ausführungsform wird die Haltezeit des Zwischenzustands eines Halbleiterschalters, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die nach dem Schalten elektrischen Strom zuführt, entsprechend der Spannungsdiffe-

renz zwischen den Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle und der zweiten Stromversorgungsquelle und der angeschlossenen Lastvorrichtung geändert. Dadurch kann selbst in einem Fall, in dem die Ausgangsspannungsdifferenz zwischen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle variiert, verhindert werden, dass die Leistungsschalter durch einen Überstrom beschädigt werden und kann die Stromversorgungsquelle problemlos gewechselt werden, ohne die Stromversorgung zu unterbrechen. Zusätzlich können die Kosten der Halbleiterschalter verringert werden, weil es nicht erforderlich ist, einen Entwurf unter den im schlimmsten Fall auftretenden Bedingungen der Stromkapazität einer mit der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen verbundenen Lastvorrichtung zu erzeugen.

#### <Vierte Ausführungsform>

**[0082]** Als nächstes wird die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer vierten Ausführungsform beschrieben. Die vierte Ausführungsform ist ein Beispiel, das ausgelegt ist, um zu verhindern, dass ein Rückstrom von den Lastvorrichtungen 4 zur ersten Stromversorgungsquelle 2a und zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b fließt, und zu verhindern, dass ein Durchgangsstrom zwischen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b fließt.

**[0083]** Zuerst wird die Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 8** beschrieben.

**[0084]** **Fig. 8** ist ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Die Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen ist im Wesentlichen so konfiguriert wie die Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform, und die folgende Beschreibung der Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen konzentriert sich auf die Unterschiede gegenüber der zweiten Ausführungsform. Der größte Unterschied zwischen der Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen und der Vorrichtung 1A zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der zweiten Ausführungsform besteht darin, dass die Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen anstelle des ersten Halbleiterschalters 3a und des zweiten Halbleiterschalters 3b einen ersten Halbleiterschalter 3c und einen zweiten Halbleiterschalter 3d aufweist.

**[0085]** Die Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen weist den ersten Halblei-

terschalter 3c, den zweiten Halbleiterschalter 3d und eine Schaltersteuervorrichtung 5C auf. Der elektrische Strom von der ersten Stromversorgungsquelle 2a wird mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c durch den ersten Halbleiterschalter 3c zugeführt. Der erste Halbleiterschalter 3c weist mehrere Feldeffekttransistoren M1, M2 auf, die in Reihe geschaltet sind, so dass ihre Body-Dioden in entgegengesetzte Richtungen weisen.

**[0086]** Der elektrische Strom von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b wird mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c durch den zweiten Halbleiterschalter 3d zugeführt. Der zweite Halbleiterschalter 3d weist mehrere Feldeffekttransistoren M3, M4 auf, die in Reihe geschaltet sind, so dass ihre Body-Dioden in entgegengesetzte Richtungen weisen.

**[0087]** Die Schaltersteuervorrichtung 5C schaltet die Stromversorgung durch Ausgeben von Steuerungssignalen (Gate-Spannungen) an die Feldeffekttransistoren M1, M2 des ersten Halbleiterschalters 3c und die Feldeffekttransistoren M3, M4 des zweiten Halbleiterschalters 3d. Die Schaltersteuervorrichtung 5C weist den Spannungsvergleicher 7, eine Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C und die Lastinformationen 8A auf.

**[0088]** Entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b, die durch den Spannungsvergleicher 7 erfasst wird, erzeugt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C eine Gate-Spannung  $V_{ga1}$  des Feldeffekttransistors M1, wobei es sich um den ersten Halbleiterschalter 3c handelt, und eine Gate-Spannung  $V_{ga2}$  des Feldeffekttransistors M2 und gibt diese aus. Entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  erzeugt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C eine Gate-Spannung  $V_{gb1}$  des als zweiter Halbleiterschalter 3d verwendeten Feldeffekttransistors M3 und eine Gate-Spannung  $V_{gb2}$  des Feldeffekttransistors M4 und gibt diese aus.

**[0089]** Überdies kann die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C die Gate-Spannungen  $V_{ga1}$ ,  $V_{ga2}$  und die Gate-Spannungen  $V_{gb1}$ ,  $V_{gb2}$  entsprechend den Lastinformationen 8A auf der Grundlage des elektrischen Ersatzwiderstands und der Ersatzkapazität der Lastvorrichtungen 4a bis 4c zusätzlich zur Spannungsdifferenz  $V_d$  erzeugen und ausgeben.

**[0090]** Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind, wie in **Fig. 8** gezeigt, zwei Feldeffekttransistoren sowohl im ersten als auch im zweiten Halbleiterschalter 3c, 3d Rücken an Rücken verbunden. Die Rücken-an-Rücken-Verbindung ist eine Verbindungskonfiguration, in der die Body-Dioden von zwei Feldeffekttransistoren einander gegenüberstehend in Reihe geschaltet sind. Dies ermöglicht es,

einen Rückstrom von den Lastvorrichtungen 4 zur ersten und zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b zu blockieren und zu verhindern, dass ein Durchgangsstrom in der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b fließt.

**[0091]** Als nächstes wird ein Beispiel des Betriebs der Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 9** beschrieben.

**[0092]** **Fig. 9** ist ein Diagramm, das ein Beispiel von Gate-Spannungen  $V_{ga1}$ ,  $V_{ga2}$ ,  $V_{gb1}$ ,  $V_{gb2}$  zeigt, die als Beispiel des Betriebs der Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen von der Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C erzeugt werden. Der obere Teil von **Fig. 9** zeigt ein Spannungsprofil der Gate-Spannungen  $V_{ga1}$ ,  $V_{ga2}$  während des Schaltens von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b, der mittlere Teil von **Fig. 9** zeigt ein Spannungsprofil der Gate-Spannungen  $V_{gb1}$  und  $V_{gb2}$ , und der untere Teil von **Fig. 9** zeigt einen durch den zweiten Halbleiterschalter 3d fließenden Strom  $I_2$ . In **Fig. 9** repräsentiert die horizontale Achse die Zeit  $t$ .

**[0093]** Wie im Fall der ersten Ausführungsform wird in der folgenden Beschreibung der vorliegenden Ausführungsform angenommen, dass die Spannung  $V_a$  der ersten Stromversorgungsquelle 2a 13 V ist und dass die Spannung  $V_b$  der zweiten Stromversorgungsquelle 2b 14 V ist, und sie bezieht sich auf ein Beispiel, bei dem die Stromversorgungsquelle von der ersten Stromversorgungsquelle 2a, die eine niedrige Ausgangsspannung erzeugt, zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b, die eine hohe Ausgangsspannung erzeugt, geschaltet wird.

**[0094]** Wie in **Fig. 9** dargestellt ist, liegen die Gate-Spannungen  $V_{ga1}$  und  $V_{ga2}$  des ersten Halbleiterschalters 3c auf einem hohen Pegel und liegen die Gate-Spannungen  $V_{gb1}$  und  $V_{gb2}$  des zweiten Halbleiterschalters 3d auf einem niedrigen Pegel, wenn elektrischer Strom von der ersten Stromversorgungsquelle 2a den Lastvorrichtungen 4a bis 4c (der ersten Stromversorgung S1) zugeführt wird.

**[0095]** Wenn die Stromversorgungsquelle vom Zustand der ersten Stromversorgung S1 zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b zu schalten ist, legt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C die Gate-Spannungen  $V_{ga1}$ ,  $V_{ga2}$  des ersten Halbleiterschalters 3c zuerst auf den niedrigen Pegel.

**[0096]** Im vorstehenden Fall erhöht die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  des zweiten Halbleiterschalters 3d unmittelbar bevor die Gate-Spannungen  $V_{ga1}$ ,  $V_{ga2}$  den niedrigen Pegel erreichen, auf die Zwischenspannung  $V_m$ . Wie im mittleren Teil von **Fig. 9** dargestellt ist, ist die

vorliegende Ausführungsform ausgelegt, einen Überlappungszeitraum  $P_o$  bereitzustellen, in dem die Gate-Spannung  $V_{ga1}$  und die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  gleichzeitig höher als der niedrige Pegel sind. Wenn während des Überlappungszeitraums  $P_o$  von einer Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, übt die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C der Schaltersteuervorrichtung 5C eine Steuerung aus, bei der der Feldeffekttransistor (beispielsweise der Feldeffekttransistor M3), der sich auf die Stromversorgung von der anderen Stromversorgungsquelle bezieht, in den Zwischenzustand versetzt wird, bevor die Stromversorgung von der einen Stromversorgungsquelle unterbrochen wird. Die vorteilhafte Wirkung des Überlappungszeitraums wird später beschrieben. Die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C hält die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  während des Haltezeitraums  $T_m$  auf der Zwischenspannung  $V_m$  (Zwischenzustand S2).

**[0097]** Anschließend erhöht die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6C die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  von der Zwischenspannung  $V_m$  auf den hohen Pegel und dann die Gate-Spannung  $V_{gb2}$  vom niedrigen Pegel auf den hohen Pegel. Dadurch wird die Stromversorgungsquelle ganz von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b (zweiten Stromversorgung S3) geschaltet.

**[0098]** Wie im Fall der ersten Ausführungsform wird die Haltezeit  $T_m$  entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den von der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b ausgegebenen Spannungen dynamisch festgelegt. Wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b klein ist, wird die Haltezeit  $T_m$  verkürzt, und wenn die Spannungsdifferenz  $V_d$  groß ist, wird die Haltezeit  $T_m$  verlängert. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird ein Zustand, in dem die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  des zweiten Halbleiterschalters 3d des Feldeffekttransistors M3 zwischen dem niedrigen und dem hohen Pegel liegt, als „Zwischenzustand“ definiert.

**[0099]** Der Strom, der infolge der vorstehend beschriebenen Steuerung des Schaltens der Stromversorgung durch den zweiten Halbleiterschalter 3d fließt, ist im unteren Teil von **Fig. 9** als Strom  $I_2$  dargestellt. Zur Zeit  $t_0$  beginnt die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  vom niedrigen Pegel aus anzusteigen. Der erste Spitzenstrom fließt, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  auf die Zwischenspannung  $V_m$  ansteigt (Zeit  $t_1$ ), und es fließt dann, nachdem der erste Spitzenstrom abgenommen hat, der zweite Spitzenstrom, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  auf den hohen Pegel ansteigt (Zeit  $t_2$ ). Anschließend fließt ein dritter Spitzenstrom, wenn die Gate-Spannung  $V_{gb2}$  auf den hohen Pegel ansteigt (Zeit  $t_3$ ). Wenn die Gate-Span-

nungen Vgb1, Vgb2 beide auf dem hohen Pegel liegen (Zeit t4), wird die Stromversorgungsquelle ganz auf die zweite Stromversorgungsquelle 2b geschaltet.

**[0100]** Wie vorstehend beschrieben, stellt die Schaltersteuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5C) gemäß der vierten Ausführungsform den Zwischenzustand bereit, in dem der Feldeffekttransistor (beispielsweise der Feldeffekttransistor M3), dessen Body-Diode während des Schaltens von einer Stromversorgungsquelle zur anderen entgegengesetzt zur Richtung der Stromversorgung orientiert ist, im ungesättigten Zustand gehalten wird, und sie endet die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b ausgegebenen Spannungen.

**[0101]** Alternativ kann die Schaltersteuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5C) gemäß der vorliegenden Ausführungsform ausgelegt werden, den Zwischenzustand bereitzustellen, in dem der Feldeffekttransistor (beispielsweise der Feldeffekttransistor M3), dessen Body-Diode während des Schaltens von einer Stromversorgungsquelle zur anderen entgegengesetzt zur Richtung der Stromversorgung orientiert ist, im ungesättigten Zustand gehalten wird, und die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend den die elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtungen 4a bis 4c repräsentierenden Informationen ändern. Eine andere Alternative besteht darin, die Haltezeit  $T_m$  des Zwischenzustands entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  und den die elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtungen 4a bis 4c repräsentierenden Informationen zu ändern.

**[0102]** Wie vorstehend beschrieben, ermöglicht es die vorliegende Ausführungsform, den Spitzenstrom so zu dispergieren, dass verhindert wird, dass der durch den zweiten Halbleiterschalter 3d fließende Strom  $I_2$  (Spitzenstrom) den durch die gestrichelte Linie angegebenen zulässigen Strom überschreitet. Ferner ist die vorliegende Ausführungsform so ausgelegt, dass die Stromversorgungsquelle entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b geändert werden kann. Daher kann das Schalten von einer Stromversorgungsquelle zu einer anderen geschehen, ohne den zulässigen Strom zu überschreiten.

**[0103]** Die vorteilhafte Wirkung des Bereitstellens des Überlappungszeitraums  $P_o$  für die Gate-Spannungen Vga1, Vgb1 des ersten und des zweiten Halbleiterschalters 3c, 3d wird nun mit Bezug auf Fig. 10 beschrieben.

**[0104]** Fig. 10 ist ein erklärendes Diagramm, dass die vorteilhafte Wirkung des Bereitstellens des Überlappungszeitraums  $P_o$  für die Gate-Spannung Vga1 des ersten Halbleiterschalters 3c und für die Gate-Spannung Vgb1 des zweiten Halbleiterschalters 3d zeigt.

**[0105]** Das Beispiel aus Fig. 10 zeigt die Arbeitsvorgänge der sowohl im ersten als auch im zweiten Halbleiterschalter 3c, 3d enthaltenen Feldeffekttransistoren M1 bis M4 während des Schaltens von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zur zweiten Stromversorgungsquelle 2b.

**[0106]** Wie in Fig. 10 dargestellt ist, sind, wenn den Lastvorrichtungen 4a bis 4c elektrischer Strom von der ersten Stromversorgungsquelle 2a zugeführt wird (erste Stromversorgung S1), die Feldeffekttransistoren M1, M2 des ersten Halbleiterschalters 3c eingeschaltet, während die Feldeffekttransistoren M3, M4 des zweiten Halbleiterschalters 3d ausgeschaltet sind. Wenn den Lastvorrichtungen 4a bis 4c elektrischer Strom von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b zugeführt wird (zweite Stromversorgung S3), sind die Feldeffekttransistoren M1, M2 des ersten Halbleiterschalters 3c ausgeschaltet, während die Feldeffekttransistoren M3, M4 des zweiten Halbleiterschalters 3d umgekehrt ausgeschaltet sind.

**[0107]** Während des Überlappungszeitraums  $P_o$  sind die Feldeffekttransistoren M1, M3 eingeschaltet, während die Feldeffekttransistoren M2, M4 ausgeschaltet sind. Das heißt, dass die Feldeffekttransistoren M2, M4 in einen Zustand versetzt sind, in dem ein Strom durch jede der Body-Dioden fließt, wodurch eine parallele Diodenschaltung gebildet wird.

**[0108]** Umgekehrt ermöglicht es die vorliegende Ausführungsform, den Schaltvorgang auszuführen, ohne die Stromversorgung zu unterbrechen. Ferner befinden sich die Body-Dioden zwischen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b gemäß der vorliegenden Ausführungsform in einer in Sperrrichtung geschalteten Konfiguration. Daher kann der Durchgangsstrom zwischen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b unterbrochen werden.

**[0109]** Gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden die Haltezeit  $T_m$  und die Zwischenspannung  $V_m$  entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b festgelegt. Diese Parameter können jedoch auch wie im Fall der zweiten Ausführungsform entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  und den Lastinformationen 8A festgelegt werden. Überdies kann die Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit

der dritten Ausführungsform kombiniert werden, bei der die Informationen in Bezug auf eine aktivierte der Lastvorrichtungen 4 verwendet werden.

**[0110]** Wenngleich der Überlappungszeitraum  $P_o$  in Zusammenhang mit der vorliegenden Ausführungsform beschrieben wurde, ist der Überlappungszeitraum keine wesentliche Anforderung für die vorliegende Ausführungsform. Die Konfiguration der Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen, bei der der Überlappungszeitraum  $P_o$  für die Gate-Spannungen zwischen dem ersten und dem zweiten Halbleiterschalter 3c, 3d bereitgestellt ist, kann jedoch nicht auf die erste bis dritte Ausführungsform angewendet werden. Dies liegt daran, dass die erste bis dritte Ausführungsform keine durch zwei Feldeffekttransistoren in der Art des ersten Halbleiterschalters 3c und des zweiten Halbleiterschalters 3d gebildete in Sperrichtung geschaltete Konfiguration aufweisen. Wenn der Überlappungszeitraum für die Gate-Spannungen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters 3a, 3b gemäß der ersten bis dritten Ausführungsform bereitgestellt wird, fließt daher zwischen der ersten Stromversorgungsquelle 2a und der zweiten Stromversorgungsquelle 2b der Durchgangstrom.

<Fünfte Ausführungsform>

**[0111]** Als nächstes wird die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer fünften Ausführungsform beschrieben. Die fünfte Ausführungsform ist ein Beispiel, bei dem die beim Schalten der elektrischen Stromquelle eine parallele Diodenschaltung bildende Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen ausgelegt ist, eine Erhöhung des Spannungsabfalls und des Verlusts an elektrischem Strom infolge der Durchlassspannung einer Body-Diode zu unterdrücken.

**[0112]** Die Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird mit Bezug auf **Fig. 11** beschrieben.

**[0113]** **Fig. 11** ist ein Diagramm eines Beispiels der Konfiguration einer Vorrichtung 1D zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform. Die Vorrichtung 1D zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen ist im Wesentlichen so konfiguriert wie die Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vierten Ausführungsform, und die folgende Beschreibung der Vorrichtung 1D zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen konzentriert sich auf die Unterschiede gegenüber der vierten Ausführungsform. Der größte Unterschied zwischen der Vorrichtung 1D zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen und der Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vier-

ten Ausführungsform besteht darin, dass die Vorrichtung 1C zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen ideale Diodensteuerschaltungen 11a, 11b aufweist.

**[0114]** Die Vorrichtung 1D zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen weist einen ersten Halbleiterschalter 3e, einen zweiten Halbleiterschalter 3f und eine Schaltersteuervorrichtung 5D auf. Der elektrische Strom von der ersten Stromversorgungsquelle 2a wird mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c durch den ersten Halbleiterschalter 3e zugeführt. Wie im Fall des ersten Halbleiterschalters 3c gemäß der vierten Ausführungsform ist der erste Halbleiterschalter 3e so ausgelegt, dass der Feldeffekttransistor M1 und der Feldeffekttransistor M2 entgegengesetzt geschaltet sind. Die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich jedoch in der Hinsicht von der vierten Ausführungsform, dass die Gate-Spannung des Feldeffekttransistors M2 von der idealen Diodensteuerschaltung 11a eingegeben wird.

**[0115]** Der elektrische Strom von der zweiten Stromversorgungsquelle 2b wird mehreren Lastvorrichtungen 4a bis 4c durch den zweiten Halbleiterschalter 3f zugeführt. Wie im Fall des zweiten Halbleiterschalters 3d gemäß der vierten Ausführungsform ist der zweite Halbleiterschalter 3f so ausgelegt, dass der Feldeffekttransistor M2 und der Feldeffekttransistor M4 entgegengesetzt geschaltet sind. Die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich jedoch in der Hinsicht von der vierten Ausführungsform, dass die Gate-Spannung des Feldeffekttransistors M4 von der idealen Diodensteuerschaltung 11b eingegeben wird.

**[0116]** Die Schaltersteuervorrichtung 5D schaltet die Stromversorgung durch Ausgeben von Steuersignalen (Gate-Spannungen) an den Feldeffekttransistor M1 des ersten Halbleiterschalters 3e und den Feldeffekttransistor M3 des zweiten Halbleiterschalters 3f. Die Schaltersteuervorrichtung 5D weist den Spannungsvergleicher 7, die Gate-Spannungssteuerschaltung 6A und die Lastinformationen 8A auf. Die Schaltersteuervorrichtung 5D kann die gleiche Konfiguration wie die Schaltersteuervorrichtung 5A gemäß der zweiten Ausführungsform aufweisen. Ferner kann die Schaltersteuervorrichtung 5D die gleiche Konfiguration wie die Schaltersteuervorrichtung 5 gemäß der ersten Ausführungsform aufweisen, wobei nicht auf die Lastinformationen 8 Bezug genommen wird.

**[0117]** Entsprechend der Spannungsdifferenz  $V_d$  zwischen den Ausgangsspannungen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b, die durch den Spannungsvergleicher 7 erfasst wird, erzeugt die Gate-Spannungssteuerschaltung 6A eine Gate-Spannung  $V_{ga1}$  des Feldeffekttransistors M1 als erster Halbleiterschalter 3e und eine Gate-

Spannung  $V_{gb1}$  des Feldeffekttransistors M3 als zweiter Halbleiterschalter 3f und gibt diese aus. Überdies kann die Gate-Spannungs-Steuerschaltung 6A die Gate-Spannung  $V_{ga1}$  des Feldeffekttransistors M1 und die Gate-Spannung  $V_{gb1}$  des Feldeffekttransistors M3 entsprechend den Lastinformationen 8A auf der Grundlage des elektrischen Ersatzwiderstands und der Ersatzkapazität der Lastvorrichtungen 4a bis 4c zusätzlich zur Spannungsdifferenz  $V_d$  erzeugen und ausgeben.

**[0118]** Mit Bezug auf **Fig. 11** sei bemerkt, dass die Gate-Spannung  $V_{ga2}$  des Feldeffekttransistors M2 im ersten Halbleiterschalter 3e durch die ideale Diodensteuerschaltung 11a gesteuert wird. Im zweiten Halbleiterschalter 3f wird die Gate-Spannung  $V_{gb2}$  des Feldeffekttransistors M4 durch die ideale Diodensteuerschaltung 11b gesteuert.

**[0119]** Die ideale Diodensteuerschaltung 11a weist Operationsverstärker 12a, 13a und einen Transistor 14a auf. Die Operationsverstärker 12a, 13a erkennen die Richtung eines elektrischen Stroms entsprechend der Drain-Spannung und der Source-Spannung des Feldeffekttransistors M2. Der Transistor 14a stellt die Gate-Spannung  $V_{ga2}$  entsprechend den Ausgaben der Operationsverstärker 12a, 13a ein.

**[0120]** Die Stromversorgung der Operationsverstärker 12a, 13a ist nicht dargestellt. Beim Beispiel aus **Fig. 11** wird ein Bipolartransistor als Transistor 14a verwendet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die Verwendung eines Bipolartransistors beschränkt.

**[0121]** Der Operationsverstärker 12a legt ein Hochpegelsignal an das Gate des Transistors 14a an, wenn der durch den Feldeffekttransistor M2 fließende Strom in Sperrrichtung (Sperrrichtung in Bezug auf die Body-Diode) orientiert ist. Wenn der zweite Halbleiterschalter 3f beispielsweise eingeschaltet ist und die Ausgangsspannung der zweiten Stromversorgungsquelle 2b höher ist als jene der ersten Stromversorgungsquelle 2a, ist der durch den Feldeffekttransistor M2 fließende Strom in Sperrrichtung orientiert. Wenn der durch den Feldeffekttransistor M2 fließende Strom in Sperrrichtung orientiert ist, schaltet der Operationsverstärker 12a den Transistor 14a ein und zieht die Gate-Spannung  $V_{ga2}$  herunter, um den Feldeffekttransistor M2 sofort auszuschalten.

**[0122]** Der Operationsverstärker 13a legt ein Hochpegelsignal an das Gate des Feldeffekttransistors M2 an, wenn der durch den Feldeffekttransistor M2 fließende Strom in Durchlassrichtung (Durchlassrichtung in Bezug auf die Body-Diode) orientiert ist. Der an einer verstärkten Stromversorgung arbeitende Operationsverstärker 13a legt die Gate-Spannung

$V_{ga2}$  auf den hohen Pegel, um den Feldeffekttransistor M2 zu aktivieren, wenn der durch den Feldeffekttransistor M2 fließende Strom in Durchlassrichtung orientiert ist.

**[0123]** Die vorstehend beschriebene Konfiguration der idealen Diodensteuerschaltung 11a ermöglicht das Ausführen eines Diodenbetriebs mit einem verringerten Spannungsabfall. Die ideale Diodensteuerschaltung 11b hat eine ähnliche Konfiguration.

**[0124]** Die ideale Diodensteuerschaltung 11b weist Operationsverstärker 12b, 13b und einen Transistor 14b auf. Die Operationsverstärker 12b, 13b erkennen die Richtung eines elektrischen Stroms entsprechend der Drain-Spannung und der Source-Spannung des Feldeffekttransistors M4. Ein Transistor 14b stellt die Gate-Spannung  $V_{gb2}$  entsprechend den Ausgaben der Operationsverstärker 12b, 13b ein.

**[0125]** Der Operationsverstärker 12b legt ein Hochpegelsignal an das Gate des Transistors 14b an, wenn der durch einen Feldeffekttransistor Mf fließende Strom in Sperrrichtung (Sperrrichtung in Bezug auf die Body-Diode) orientiert ist. Wenn der erste Halbleiterschalter 3e beispielsweise eingeschaltet ist und die Ausgangsspannung der ersten Stromversorgungsquelle 2a höher ist als jene der zweiten Stromversorgungsquelle 2b, ist der durch den Feldeffekttransistor M4 fließende Strom in Sperrrichtung orientiert. Wenn der durch den Feldeffekttransistor M4 fließende Strom in Sperrrichtung orientiert ist, schaltet der Operationsverstärker 12b den Transistor 14b ein und zieht die Gate-Spannung  $V_{gb2}$  herunter, um den Feldeffekttransistor M4 sofort auszuschalten.

**[0126]** Der Operationsverstärker 13b legt ein Hochpegelsignal an das Gate des Feldeffekttransistors M4 an, wenn der durch den Feldeffekttransistor M4 fließende Strom in Durchlassrichtung (Durchlassrichtung in Bezug auf die Body-Diode) orientiert ist. Der an einer verstärkten Stromversorgung arbeitende Operationsverstärker 13b legt die Gate-Spannung  $V_{gb2}$  auf den hohen Pegel, um den Feldeffekttransistor M4 zu aktivieren, wenn der durch den Feldeffekttransistor M4 fließende Strom in Durchlassrichtung orientiert ist.

**[0127]** Wie vorstehend in Bezug auf mehrere Feldeffekttransistoren, die im Halbleiterschalter enthalten sind, der an eine Stromversorgungsquelle angeschlossen ist und mit Body-Dioden versehen ist, die in Bezug auf die Richtung der Stromversorgung in Durchlassrichtung orientiert sind (beispielsweise Feldeffekttransistoren M2), und mehrere Feldeffekttransistoren, die im Halbleiterschalter enthalten sind, der an die andere Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, beschrieben, trennt die Schalter-

steuervorrichtung (Schaltersteuervorrichtung 5D) in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen (Vorrichtung 1D zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen) gemäß der fünften Ausführungsform die Feldeffekttransistoren (Feldeffekttransistoren M2, M4) ab, wenn der Strom, der durch die Feldeffekttransistoren (beispielsweise Feldeffekttransistoren M2, M4) fließt, deren Body-Dioden in Bezug auf die Richtung der Stromversorgung in Durchlassrichtung orientiert sind, entgegengesetzt zur Richtung der Ausgangsversorgung orientiert ist.

**[0128]** Gemäß der zuvor beschriebenen vierten Ausführungsform wird eine parallele Diodenschaltung unter Verwendung der Body-Dioden der Feldeffekttransistoren M2, M4 beim Schalten der elektrischen Stromquelle gebildet. Bei einer solchen Konfiguration tritt jedoch das Problem auf, dass die Durchlassspannung der Body-Dioden eine Erhöhung des Spannungsabfalls und des Verlusts an elektrischer Leistung erzeugt. Demgegenüber ist die vorliegende Ausführungsform ausgelegt, Feldeffekttransistoren mit einem niedrigen Einschaltwiderstand zu verwenden, um eine einer Diode entsprechende Funktion bereitzustellen. Hierdurch kann verhindert werden, dass durch den zwischen der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle 2a, 2b fließenden Durchgangsstrom Schäden hervorgerufen werden, und können der Spannungsabfall und der Verlust an elektrischer Leistung verringert werden.

#### <Sechste Ausführungsform>

**[0129]** Als nächstes wird die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß einer sechsten Ausführungsform beschrieben. Die erste und die zweite Ausführungsform wurden in Bezug auf ein Beispiel beschrieben, bei dem die Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$  während des Einschaltens des ersten und des zweiten Halbleiterschalters 3a, 3b durch ein zweistufiges Spannungsprofil gesteuert werden, das einen Zeitraum angibt, in dem die Gate-Spannungen  $V_{ga}$ ,  $V_{gb}$  auf der Zwischenspannung gehalten werden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche Konfiguration beschränkt. Beispielsweise kann die Konfiguration zum Einschalten des ersten Halbleiterschalters 3 wie in den folgenden Beispielen der ersten bis dritten Konfiguration angegeben sein.

(Erstes Konfigurationsbeispiel zum Einschalten des Halbleiterschalters)

**[0130]** Zuerst wird die erste Konfiguration zum Einschalten des Halbleiterschalters 3 nachstehend mit Bezug auf die **Fig. 12** und **13** beschrieben. Die erste Konfiguration ist ein Beispiel, bei dem die von einer Spannungsquelle erzeugte Gate-Spannung

entsprechend einem Spannungsprofil in drei oder mehr Stufen erhöht wird.

**[0131]** **Fig. 12** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der ersten Konfiguration zum Einschalten des Halbleiterschalters 3 der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Beim ersten Konfigurationsbeispiel wird der Lastvorrichtung 4 elektrischer Strom von der Stromversorgungsquelle 2 zugeführt, wenn der Feldeffekttransistor M des Halbleiterschalters 3 entsprechend der von einer Spannungsquelle 15 erzeugten Gate-Spannung eingeschaltet wird.

**[0132]** **Fig. 13** ist ein Diagramm, das ein Beispiel des Betriebs des Halbleiterschalters 3 im ersten Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. In **Fig. 13** repräsentiert die vertikale Achse die Gate-Spannung des Feldeffekttransistors M und repräsentiert die horizontale Achse die Zeit  $t$ . **Fig. 13** zeigt ein Beispiel des Spannungsprofils, das angibt, dass die Gate-Spannung, wenn sie vom niedrigen auf den hohen Pegel ansteigt, in drei Stufen ansteigt, wobei sie einen ersten Zwischenzustand S21 und einen zweiten Zwischenzustand S22 durchläuft. **Fig. 13** zeigt zusätzlich ein Beispiel, in dem die Gate-Spannung (Zwischenspannung) im ersten und im zweiten Zwischenzustand S21, S22 bei einem höheren Wert gehalten wird, wie durch die gestrichelten Linien angegeben ist. Zusätzlich zu den Werten der Zwischenspannungen im ersten und im zweiten Zwischenzustand S21, S22 kann auch die Haltezeit  $T_m$  in jedem vom ersten und vom zweiten Zwischenzustand S21, S22 geeignet geändert werden.

(Zweites Konfigurationsbeispiel zum Einschalten des Halbleiterschalters)

**[0133]** Als nächstes wird die zweite Konfiguration zum Einschalten des Halbleiterschalters 3 nachstehend mit Bezug auf die **Fig. 14** und **15** beschrieben. Die zweite Konfiguration ist ein Beispiel, in dem die Gate-Spannung unter Verwendung der elektrischen Widerstandskomponente und der Kapazitätskomponente einer an das Gate des Feldeffekttransistors angeschlossenen externen Schaltung durch eine Stromquelle gesteuert wird.

**[0134]** **Fig. 14** ist ein Diagramm, das ein Beispiel der zweiten Konfiguration zum Einschalten des Halbleiterschalters 3 der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Beim Beispiel der zweiten Konfiguration ist eine Stromquelle 16 an das Gate des Feldeffekttransistors M des Halbleiterschalters 3 über einen elektrischen Widerstand 17 angeschlossen. Ferner ist ein Kondensator 18 an einem Ende an den Verbindungsmittelpunkt zwi-

schen dem Gate des Feldeffekttransistors M und dem elektrischen Widerstand 17 angeschlossen und am anderen Ende an Masse gelegt. Der elektrische Widerstand 17 und der Kondensator 18 bilden eine sogenannte CR-Schaltung. Der von der Stromquelle 16 ausgegebene Strom durchläuft die CR-Schaltung, wird in das Gate eingegeben und schaltet dann den Feldeffekttransistor M des Halbleiterschalters 3 an. Folglich wird der Lastvorrichtung 4 elektrischer Strom von der Stromversorgungsquelle 2 zugeführt. Die vorstehend beschriebene CR-Schaltung kann zum Einstellen des Werts der Gate-Spannung im Zwischenzustand (bei der Zwischenspannung) und der Haltezeit  $T_m$  verwendet werden.

**[0135]** Fig. 15 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des Betriebs des Halbleiterschalters 3 im zweiten Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Wie in Fig. 15 dargestellt, kann die Zeitkonstante der CR-Schaltung eingestellt werden, um die Geschwindigkeit zu ändern, mit der die Gate-Spannung vom niedrigen auf den hohen Pegel (entsprechend der Haltezeit  $T_m$ ) ansteigt. Beispielsweise kann die Zeitkonstante der CR-Schaltung eingestellt werden, um die Gate-Spannung schneller zu erhöhen, wodurch der Zwischenzustand (die Haltezeit  $T_m$ ) verkürzt wird. Ferner steigt die Gate-Spannung schneller auf den hohen Pegel an, wenn der Betrag des von der Stromquelle 16 zugeführten elektrischen Stroms erhöht wird. Das heißt, dass der Betrag des von der Stromquelle 16 zugeführten elektrischen Stroms eingestellt werden kann, um die Haltezeit  $T_m$  einzustellen, während derer die Gate-Spannung innerhalb des Bereichs der Zwischenspannung (im Zwischenzustand) liegt. In diesem Fall wird die Gate-Spannung im Zwischenzustand nicht auf einem konstanten Wert gehalten, wie es bei der vorstehend beschriebenen Zwischenspannung  $V_m$  der Fall war.

(Drittes Konfigurationsbeispiel zum Einschalten des Halbleiterschalters)

**[0136]** Als nächstes wird die dritte Konfiguration zum Einschalten des Halbleiterschalters 3 nachstehend mit Bezug auf die Fig. 16 und 17 beschrieben. Die dritte Konfiguration ist ein Beispiel, bei dem ein PWM(Pulsbreitenmodulations)-Generator bereitgestellt ist, um eine PWM-Wellenform als Zwischenzustand an das Gate anzulegen. Auch bei dieser Konfiguration kann der Zwischenzustand im Halbleiterschalter bereitgestellt werden, um die gleichen vorteilhaften Wirkungen zu erhalten, wie sie von den vorstehend erwähnten Konfigurationsbeispielen bereitgestellt werden.

**[0137]** Fig. 16 ist ein Diagramm, das ein Beispiel der dritten Konfiguration zum Einschalten des Halbleiter-

schalters 3 der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Das in Fig. 16 dargestellte Beispiel der dritten Konfiguration gibt eine Konfiguration an, bei der die Spannungsquelle 15 in Fig. 12 durch einen PWM-Generator 19 ersetzt ist. Beim Beispiel der dritten Konfiguration wird der Feldeffekttransistor M des Halbleiterschalters 3 entsprechend einem vom PWM-Generator 19 ausgegebenen PWM-Signal eingeschaltet. Dadurch wird der Lastvorrichtung 4 elektrischer Strom von der Stromversorgungsquelle 2 zugeführt. Zu diesem Zeitpunkt wird der Zwischenzustand (die Zwischenspannung) der Gate-Spannung durch Steuern des Einschaltverhältnisses des PWM-Signals erzeugt.

**[0138]** Fig. 17 ist ein Diagramm, das ein Beispiel des Betriebs des Halbleiterschalters 3 im dritten Beispiel der Konfiguration der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Die Gate-Spannung im Zwischenzustand (entsprechend der Zwischenspannung  $V_m$ ) kann durch Steuern des Einschaltverhältnisses des PWM-Signals eingestellt werden. Wenn das Einschaltverhältnis des PWM-Signals konstant ist, wird die Gate-Spannung beispielsweise auf der Zwischenspannung  $V_m$  gehalten. Ferner entspricht die Zeit des Anlegens des PWM-Signals (der Zeitraum, während dessen der niedrige und der hohe Pegel wiederholt werden) der Haltezeit  $T_m$  des Zwischenzustands.

[Hardwarekonfiguration des Computers]

**[0139]** Eine Hardwarekonfiguration eines in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen enthaltenen Computers in jeder der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wird nun mit Bezug auf Fig. 18 beschrieben.

**[0140]** Fig. 18 ist ein Blockdiagramm, das ein Beispiel der Hardwarekonfiguration eines in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen gemäß jeder Ausführungsform enthaltenen Computers zeigt. Eine in Fig. 18 dargestellte Rechenvorrichtung 20 ist die als sogenannter Computer verwendete Hardware.

**[0141]** Die Rechenvorrichtung 20 weist eine CPU (Zentralverarbeitungseinheit) 21, einen ROM (Nurlesespeicher) 22, einen RAM (Direktzugriffsspeicher) 23, einen nichtflüchtigen Speicher 26 und eine Netzschmittstelle 27 auf, die alle mit einem Bus verbunden sind.

**[0142]** Die CPU 21 ist ein Beispiel eines als Rechenvorrichtung dienenden Prozessors. Der ROM 22 und der RAM 23 sind Beispiele der Speicher. Beispielsweise werden die Lastinformationen 8A im ROM 22 oder im nichtflüchtigen Speicher 26 gespeichert.

**[0143]** Der nichtflüchtige Speicher 26 ist ein nichtflüchtiges Speicherelement, das eine höhere Kapazität als die Speicher aufweist. Ein Programm zum Implementieren der Funktionen der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen in jeder der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ist im nichtflüchtigen Speicher 26 gespeichert. Der nichtflüchtige Speicher 26 ist ein Beispiel eines computerlesbaren nichtflüchtigen Aufzeichnungsmediums. Das Programm kann im ROM 22 gespeichert sein.

**[0144]** Die Netzchnittstelle 27 weist beispielsweise eine Kommunikationsvorrichtung auf, welche die Kommunikation mit anderen Vorrichtungen (beispielsweise der ECU) über ein Netz in der Art einer Kommunikationsleitung oder eines CANs steuert. Die Netzchnittstelle 27 ist ein Beispiel einer Ein-/Ausgabevorrichtung.

**[0145]** Wenngleich ein Beispiel der Hardwarekonfiguration des in der Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen enthaltenen Computers mit Bezug auf **Fig. 18** beschrieben wurde, kann die Hardwarekonfiguration eines in der Steuereinrichtung 111 enthaltenen Computers der vorstehend beschriebenen Hardwarekonfiguration ähneln.

**[0146]** Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Es ist offensichtlich, dass die vorliegende Erfindung in verschiedenen anderen Anwendungen eingesetzt werden kann und dass daran verschiedene andere Modifikationen vorgenommen werden können, ohne von ihrem in den anliegenden Ansprüchen beschriebenen Gedanken abzuweichen. Beispielsweise wurden die vorstehenden Ausführungsformen detailliert beschrieben, um das Verständnis der vorliegenden Erfindung zu erleichtern, und die vorliegende Erfindung ist nicht notwendigerweise darauf beschränkt, dass sie alle beschriebenen Konfigurationen aufweist. Ferner können einige der vorstehend in einer Ausführungsform erwähnten Komponenten durch die Komponenten in einer anderen Ausführungsform ersetzt werden. Überdies können die Komponenten in einer Ausführungsform zu den Komponenten in einer anderen Ausführungsform hinzugefügt werden. Zusätzlich kann ein Teil der Konfiguration jeder der Ausführungsformen erweitert oder ausgetauscht werden und aus anderen Konfigurationen entfernt werden.

**[0147]** Ferner können die vorstehend erwähnten Komponenten, Funktionen und Bearbeitungsabschnitte beispielsweise teilweise oder ganz durch Hardware implementiert werden, beispielsweise durch Entwerfen integrierter Schaltungen. Prozessorenvorrichtungen im allgemeinen Sinne in der Art eines FPGAs (feldprogrammierbaren Gate-Arrays) oder eines ASICs (einer anwendungsspezifischen

integrierten Schaltung) können als Hardware verwendet werden.

**[0148]** Ferner sind Steuerleitungen und Informationsleitungen, die als für die Erklärung notwendig angesehen werden, in Zusammenhang mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen angegeben. Es sind nicht alle der für Produkte relevanten Steuerleitungen und Informationsleitungen angegeben. Tatsächlich können fast alle Komponenten als miteinander verbunden angesehen werden.

#### Bezugszeichenliste

**[0149]** 1, 1A bis 10: Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen, 2a: erste Stromversorgungsquelle, 2b: zweite Stromversorgungsquelle, 3: Halbleiterschalter, 3a, 3c, 3e: erster Halbleiterschalter, 3b, 3b, 3f: zweiter Halbleiterschalter, 4, 4a bis 4c: Lastvorrichtung, 5, 5A bis 5D: Schaltersteuervorrichtung, 6, 6A, 6C: Gate-Spannungs-Steuerschaltung, 7: Spannungsvergleicher, 8A: Lastinformationen, 9a bis 9c: Lastschalter, 10: Lastschalter-Steuervorrichtung, 11a, 11b: ideale Diodensteuerschaltung, 12a, 12b, 13a, 13b: Operationsverstärker, 14a, 14b: Transistor, 15: Spannungsquelle, 16: Stromquelle, 19: PWM-Generator, 100: Fahrzeug, 110: Fahrzeugsteuervorrichtung, 120: Sensoren, 130: Aktuatoren

**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 2019-514328 [0004]

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen, aufweisend:

einen ersten Halbleiterschalter, der zwischen einer Lastvorrichtung und einer ersten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet ist,  
einen zweiten Halbleiterschalter, der zwischen der Lastvorrichtung und einer zweiten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet ist, und  
eine Schaltersteuervorrichtung, die Treiberspannungen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters steuert,

wobei die Schaltersteuervorrichtung, wenn von einer von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, einen Zwischenzustand bereitstellt, in dem der Halbleiterschalter, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die ausgelegt ist, nach dem Schalten elektrischen Strom zuzuführen, in einem ungesättigten Zustand gehalten wird, und die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Differenz zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgegebenen Spannungen ändert.

2. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 1, wobei die Schaltersteuervorrichtung die Haltezeit so ändert, dass sie länger als eine Referenzzeit ist, wenn die Spannungsdifferenz größer als ein vorbestimmter Wert ist, und die Haltezeit so ändert, dass sie kürzer als die Referenzzeit ist, wenn die Spannungsdifferenz kleiner oder gleich dem vorbestimmten Wert ist.

3. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 2, wobei die Schaltersteuervorrichtung die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Spannungsdifferenz und elektrische Eigenschaften der Lastvorrichtung repräsentierenden Informationen ändert.

4. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 3, wobei ein Ausgangsanschluss des ersten Halbleiterschalters und ein Ausgangsanschluss des zweiten Halbleiterschalters elektrisch verbunden sind und mehrere Lastvorrichtungen mit den Ausgangsanschlüssen verbunden sind.

5. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 4, wobei die Schaltersteuervorrichtung die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend den die elektrischen Eigenschaften einer aktivierten der mehreren Lastvorrichtungen repräsentierenden Informationen ändert.

6. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 5, wobei die Schaltersteuervorrichtung vor dem Schalten von einer Stromversorgungsquelle zur anderen die Stromversorgung zu einer der mehreren Lastvorrichtungen unterbricht und  
wobei die Schaltersteuervorrichtung die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend den die elektrischen Eigenschaften einer aktivierten der mehreren Lastvorrichtungen repräsentierenden Informationen ändert.

7. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 1, wobei der erste und der zweite Halbleiterschalter so ausgelegt sind, dass mehrere Feldeffekttransistoren in Reihe geschaltet sind, so dass Body-Dioden in entgegengesetzten Richtungen orientiert sind, und wobei die Schaltersteuervorrichtung, wenn von einer Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, einen Zwischenzustand bereitstellt, in dem der Feldeffekttransistor, dessen Body-Diode entgegengesetzt zur Richtung der Stromversorgung orientiert ist, im ungesättigten Zustand gehalten wird, und die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Differenz zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgegebenen Spannungen ändert.

8. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 7, wobei die Schaltersteuervorrichtung, wenn von einer Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, einen Zwischenzustand bereitstellt, in dem der Feldeffekttransistor, dessen Body-Diode entgegengesetzt zur Richtung der Stromversorgung orientiert ist, im ungesättigten Zustand gehalten wird, und die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend den elektrische Eigenschaften der Lastvorrichtung repräsentierenden Informationen ändert.

9. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Schaltersteuervorrichtung, wenn von einer Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, eine Steuerung so ausübt, dass der andere Feldeffekttransistor, der sich auf die Stromversorgung von der anderen Stromversorgungsquelle bezieht, in den Zwischenzustand versetzt wird, bevor die Stromversorgung von der einen Stromversorgungsquelle unterbrochen wird.

10. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Schaltersteuervorrichtung in Bezug auf mehrere Feldeffekttransistoren, die im Halbleiterschalter enthalten sind, der an eine Stromversorgungsquelle angeschlossen ist und mit Body-Dioden versehen ist, die in Bezug auf die Richtung der Stromversorgung in Durchlassrichtung orientiert

sind, und mehrere Feldeffekttransistoren, die im Halbleiterschalter enthalten sind, der an die andere Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die Feldeffekttransistoren abtrennt, wenn der Strom, der durch die Feldeffekttransistoren fließt, deren Body-Dioden in Bezug auf die Richtung der Stromversorgung in Durchlassrichtung orientiert sind, entgegengesetzt zur Richtung der Ausgangsversorgung orientiert ist.

11. Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen nach Anspruch 3 oder 8, wobei die Informationen, welche die elektrischen Eigenschaften der Lastvorrichtung repräsentieren, zumindest einen elektrischen Ersatzwiderstand und eine Ersatzkapazität umfassen.

12. Fahrzeugsteuervorrichtung, aufweisend: eine Steuereinrichtung, die ein Fahrzeug steuert, und eine Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen, wobei die Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen einen ersten Halbleiterschalter, einen zweiten Halbleiterschalter und eine Schaltersteuervorrichtung aufweist, wobei der erste Halbleiterschalter zwischen einer sich im Fahrzeug befindenden Lastvorrichtung und einer ersten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet ist und der zweite Halbleiterschalter zwischen der Lastvorrichtung und einer zweiten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet ist, wobei die Schaltersteuervorrichtung die Treiberspannungen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters steuert, und wobei die Schaltersteuervorrichtung, wenn von einer von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle zur anderen geschaltet wird, einen Zwischenzustand bereitstellt, in dem der Halbleiterschalter, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die ausgelegt ist, nach dem Schalten elektrischen Strom zuzuführen, in einem ungesättigten Zustand gehalten wird, und die Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Differenz zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgegebenen Spannungen ändert.

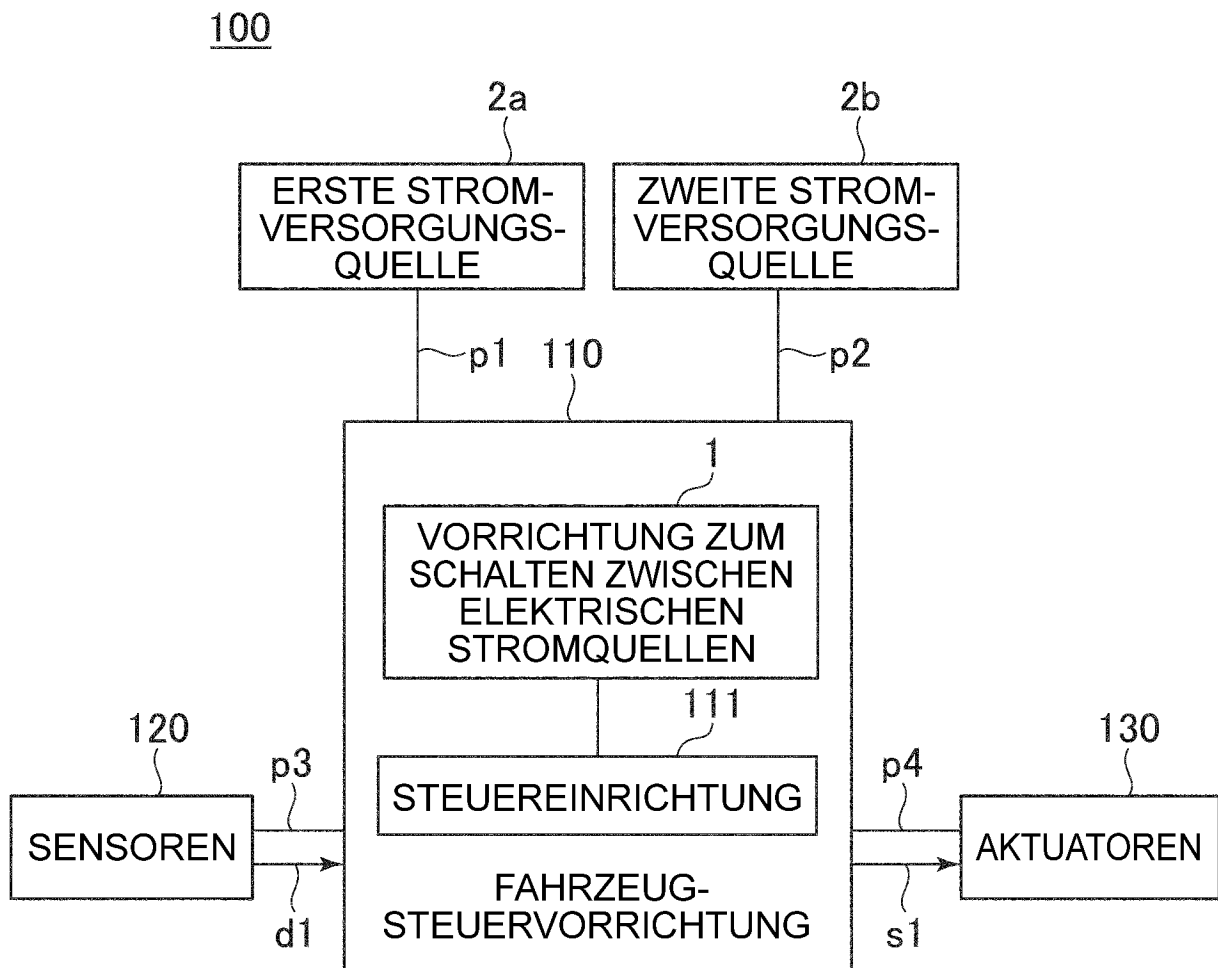
13. Verfahren zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen, das von einer Vorrichtung zum Schalten zwischen elektrischen Stromquellen verwendet wird, die einen ersten Halbleiterschalter, einen zweiten Halbleiterschalter und eine Schaltersteuervorrichtung aufweist, wobei der erste Halbleiterschalter zwischen einer Lastvorrichtung und einer ersten Stromversorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet ist und der zweite Halbleiterschalter zwischen der Lastvorrichtung und einer zweiten Strom-

versorgungsquelle, die ausgelegt ist, der Lastvorrichtung elektrischen Strom zuzuführen, angeordnet ist, wobei die Schaltersteuervorrichtung die Treiberspannungen des ersten und des zweiten Halbleiterschalters steuert, wobei das Verfahren zum Schalten der elektrischen Stromquelle folgende Schritte aufweist:

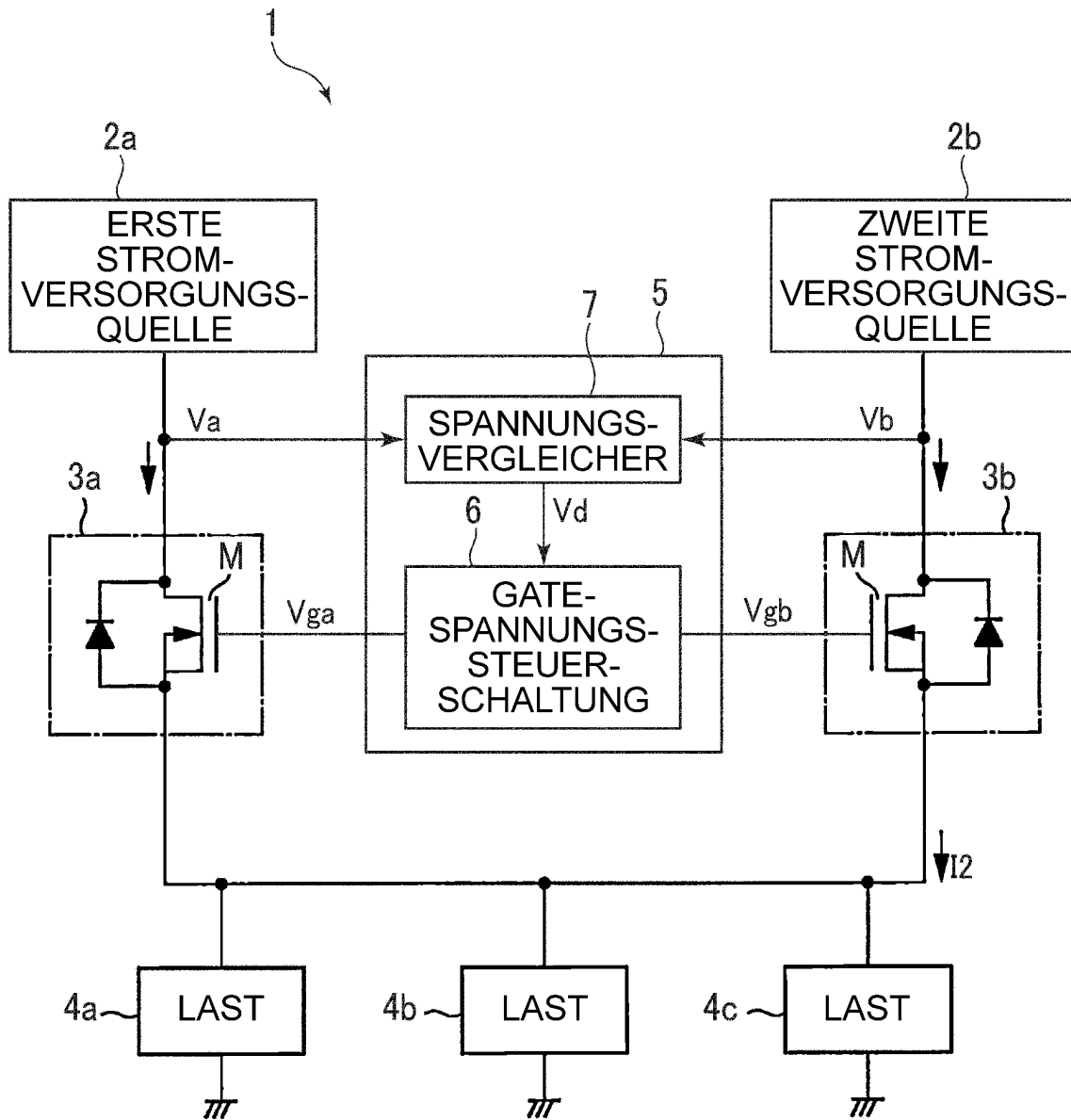
während des Schaltens von einer von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle zur anderen, Veranlassen der Schaltersteuervorrichtung, einen Zwischenzustand bereitzustellen, in dem der Halbleiterschalter, der an die Stromversorgungsquelle angeschlossen ist, die ausgelegt ist, nach dem Schalten elektrischen Strom zuzuführen, in einem ungesättigten Zustand gehalten wird, und die Differenz zwischen den von der ersten und der zweiten Stromversorgungsquelle ausgegebenen Spannungen zu erfassen, und Ändern der Haltezeit des Zwischenzustands entsprechend der Spannungsdifferenz.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

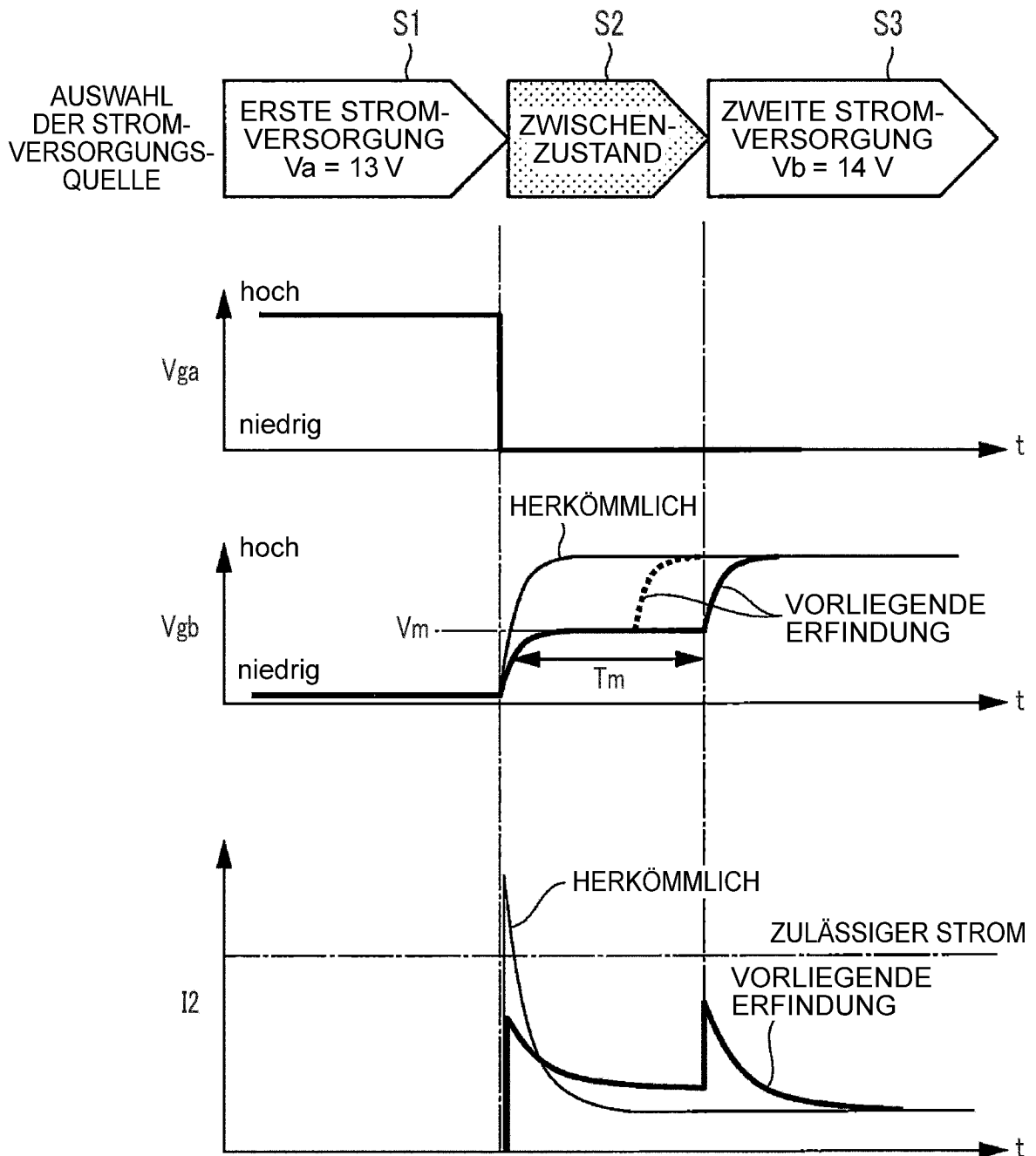
Figur 1



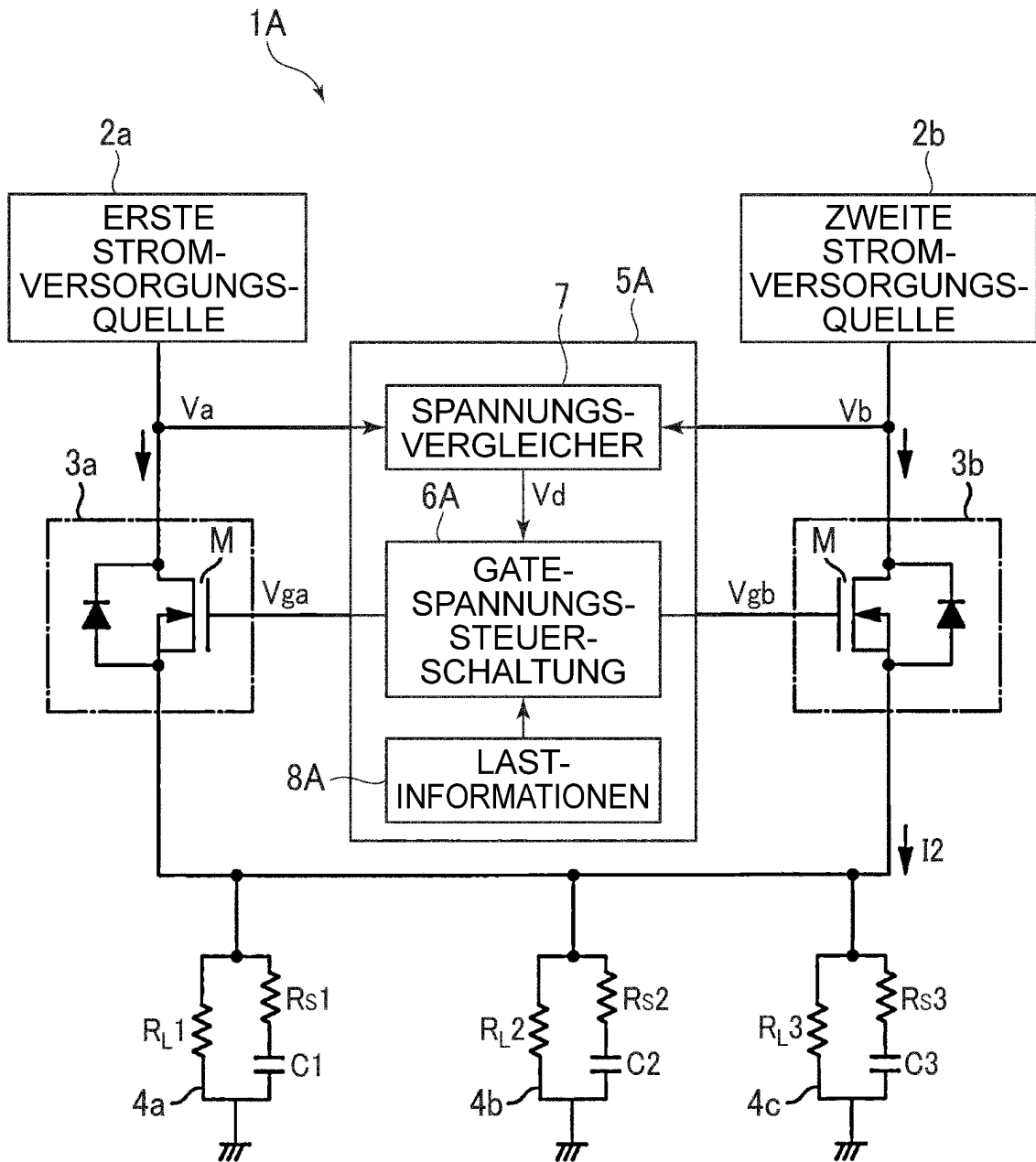
Figur 2



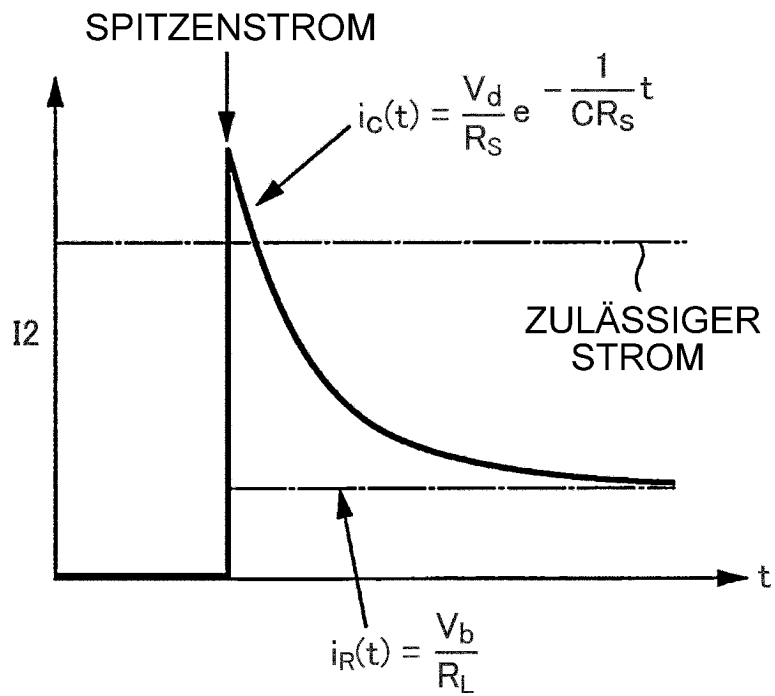
Figur 3



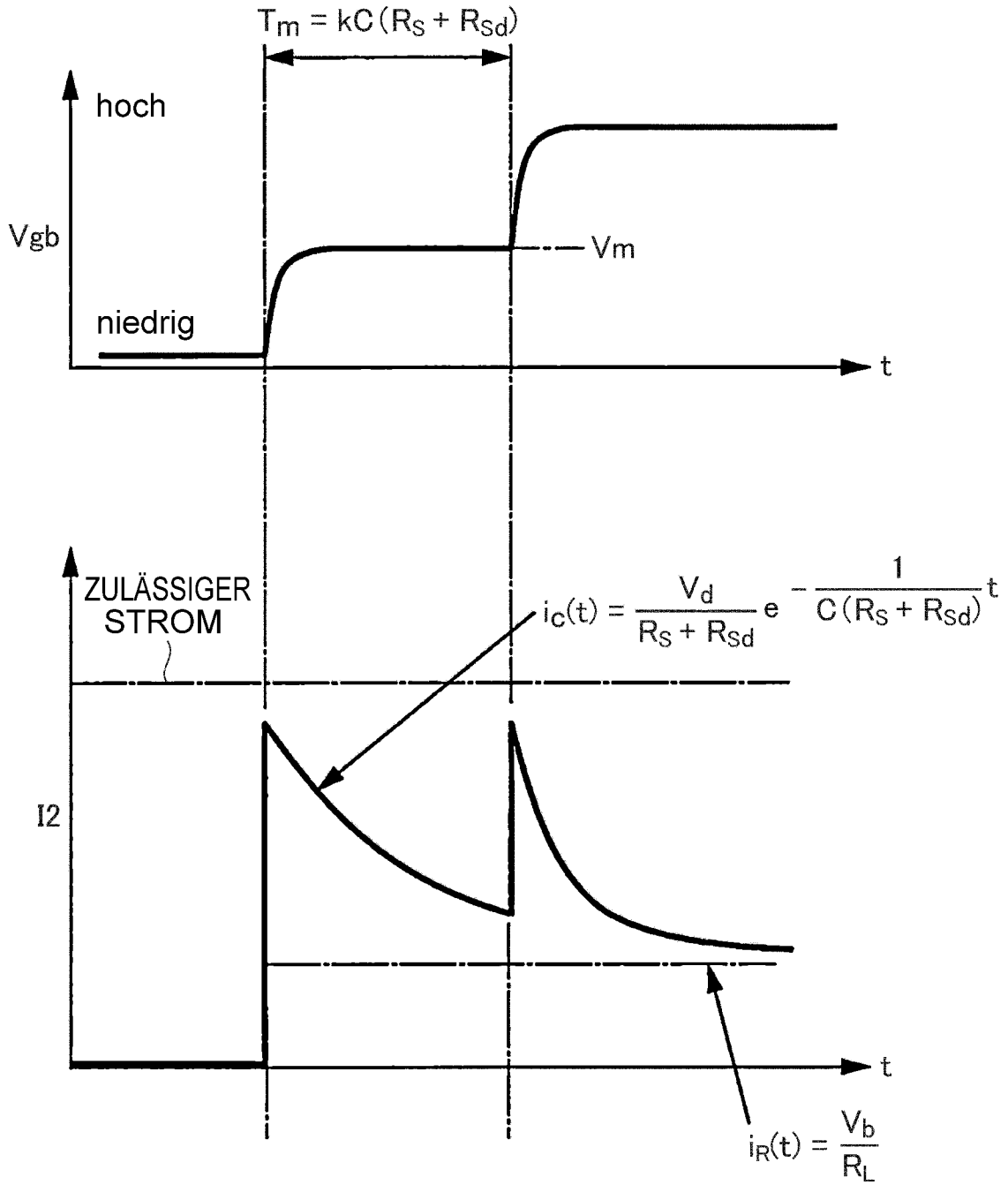
Figur 4



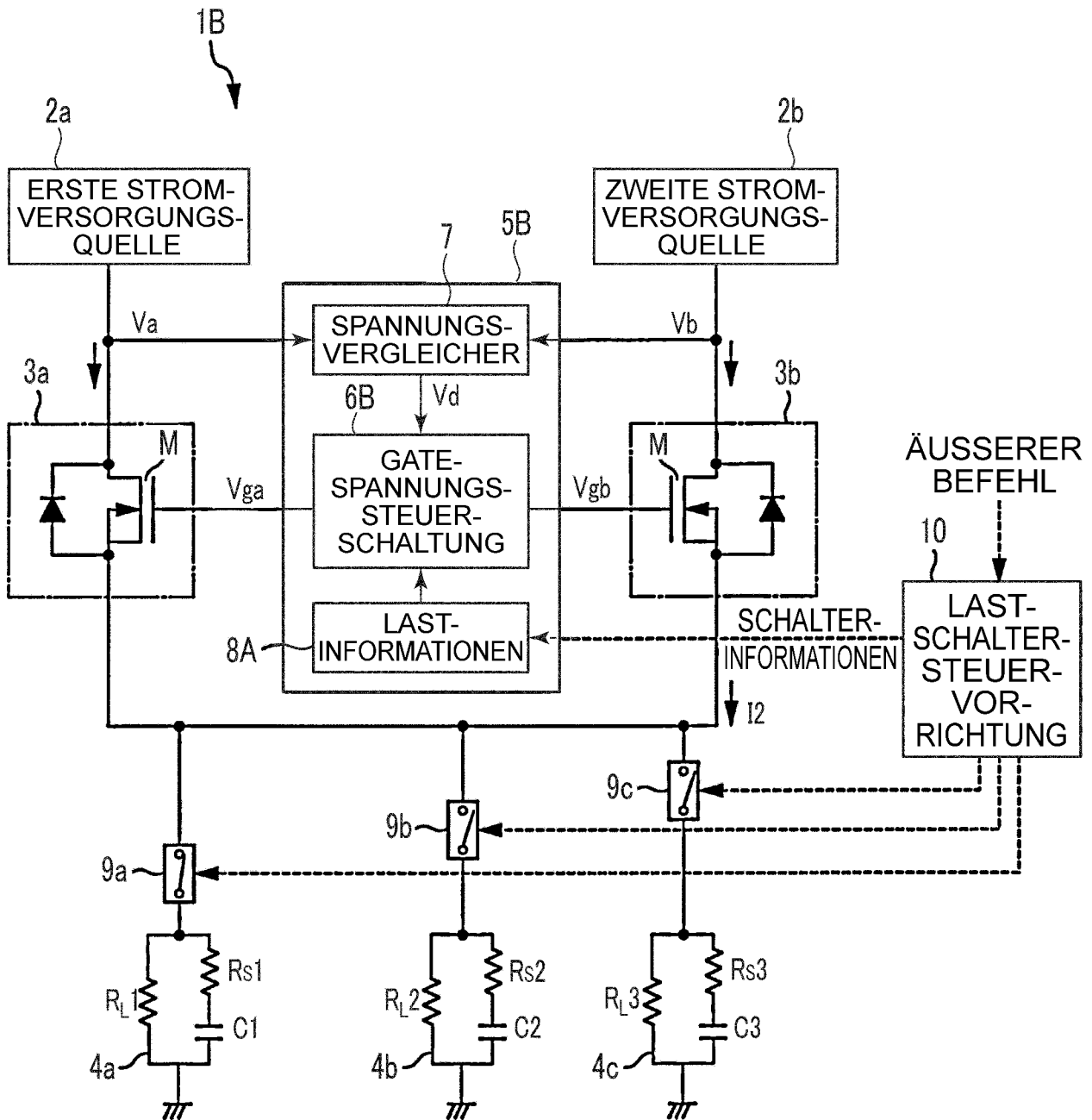
Figur 5



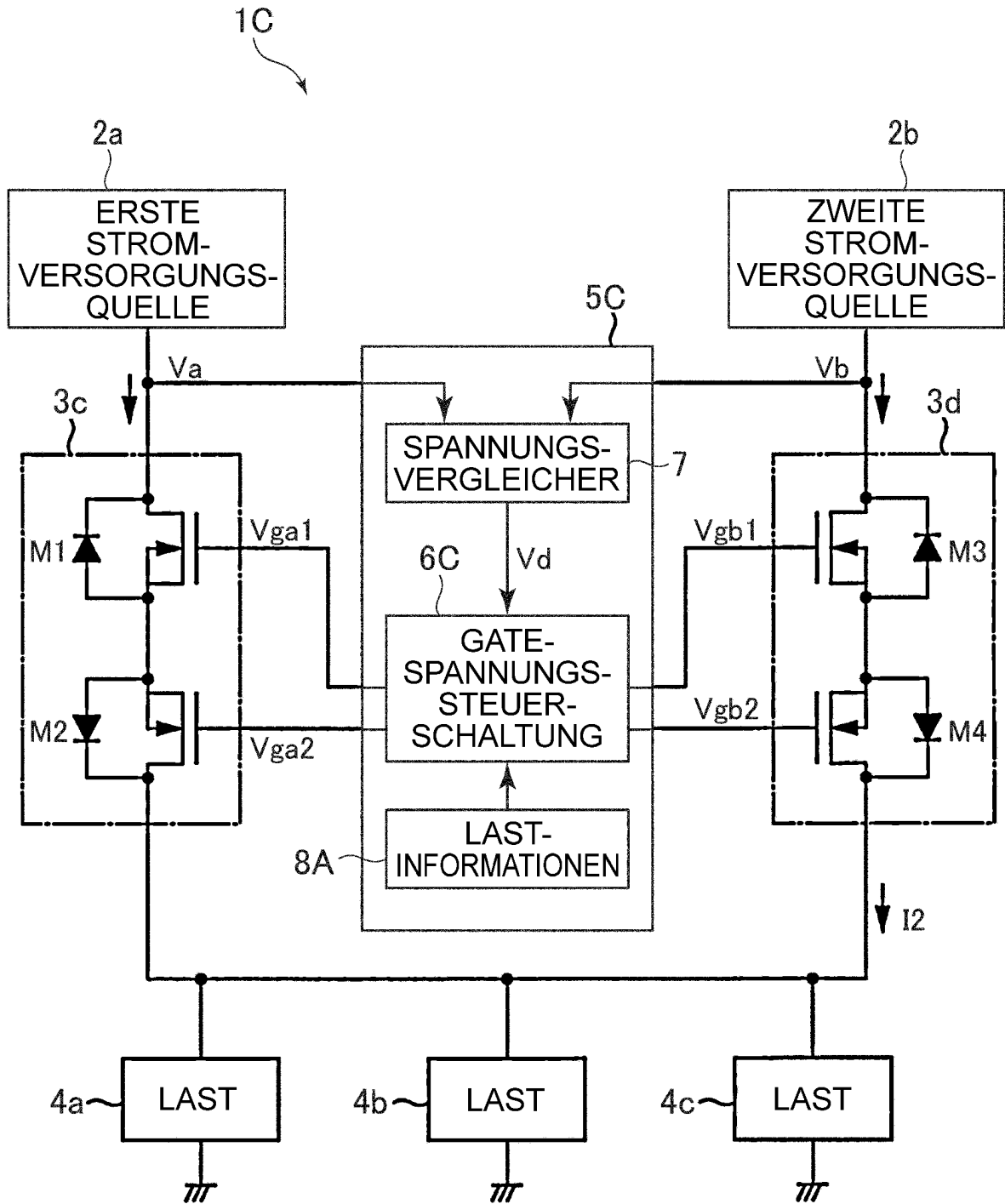
Figur 6



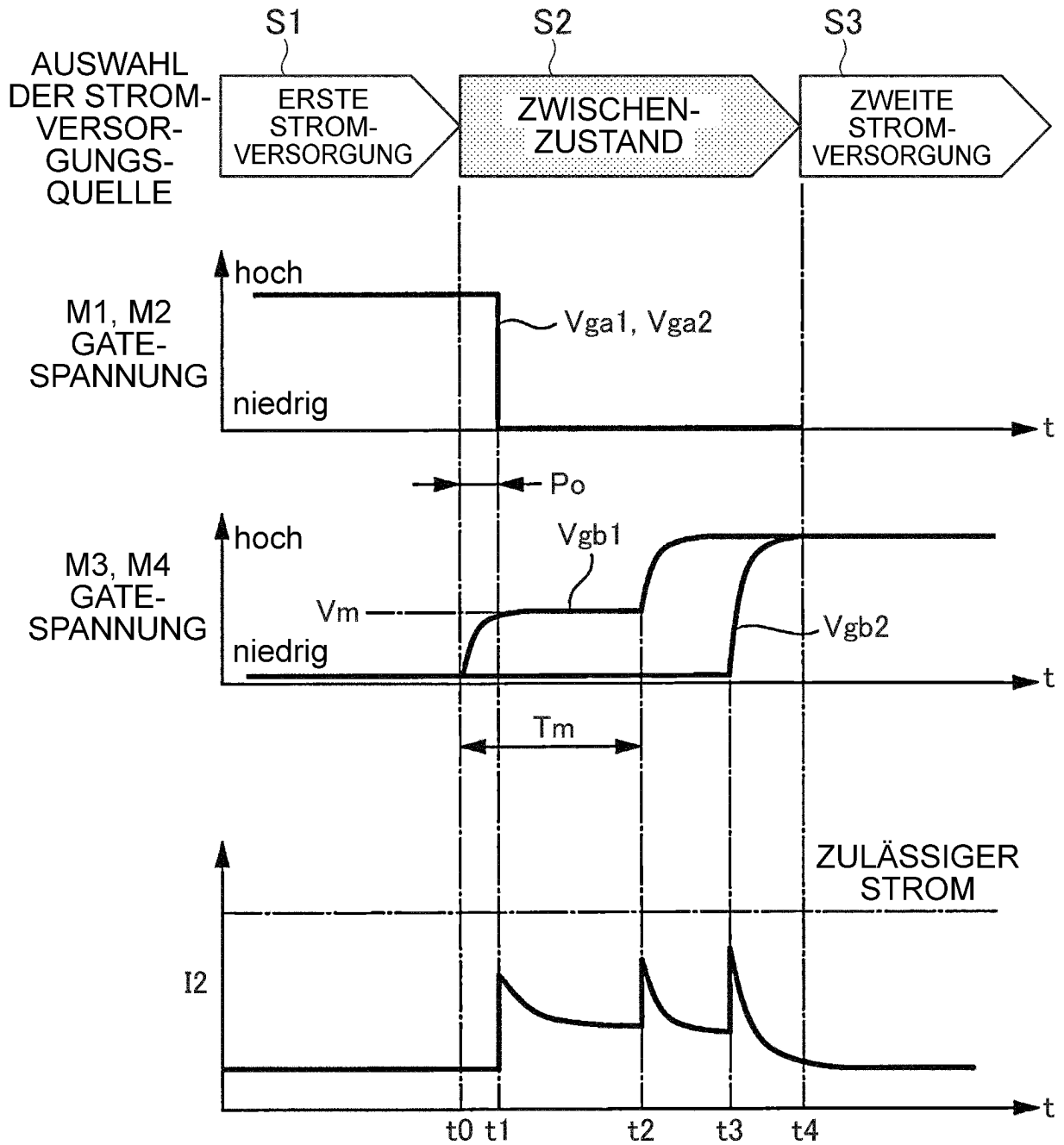
Figur 7



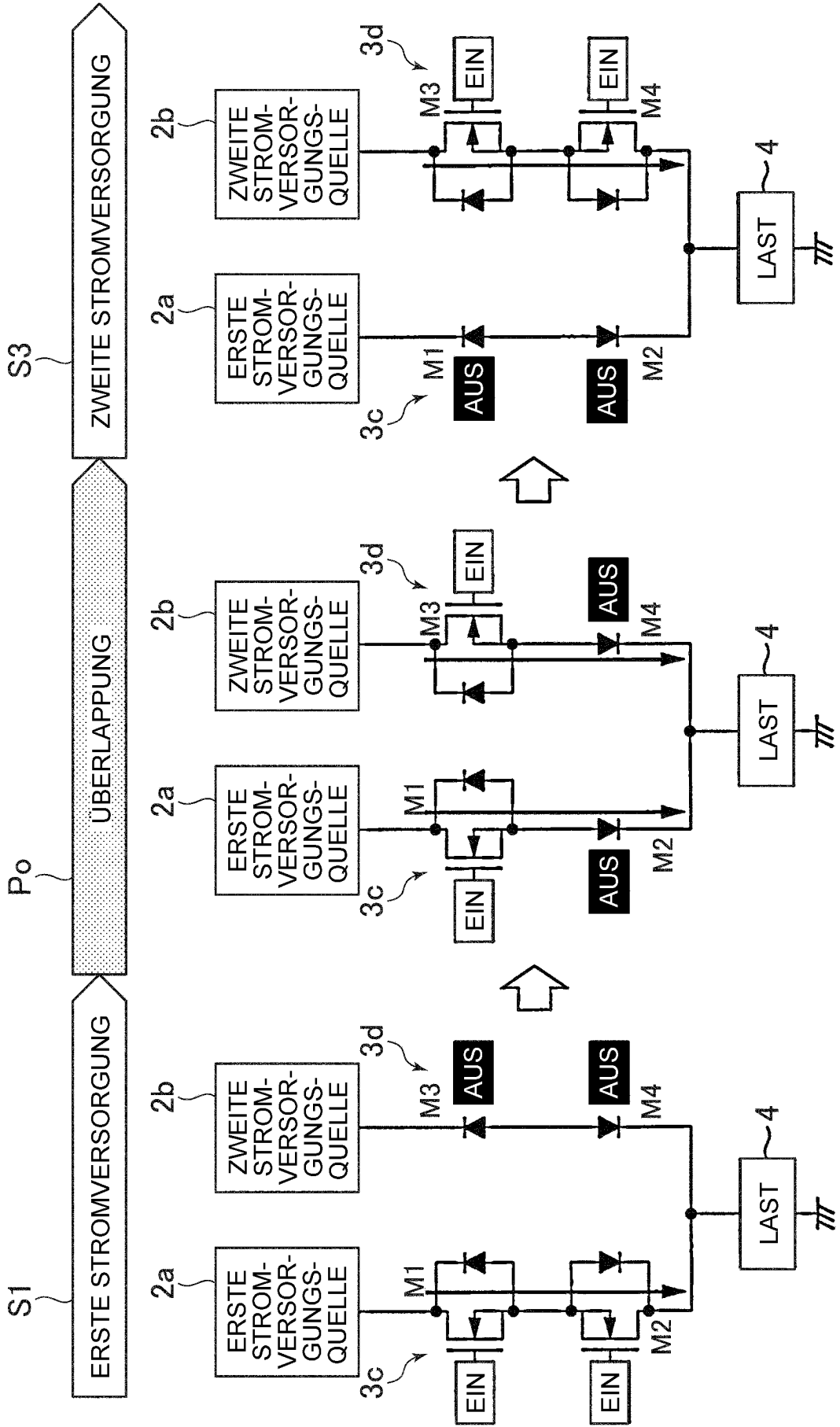
Figur 8



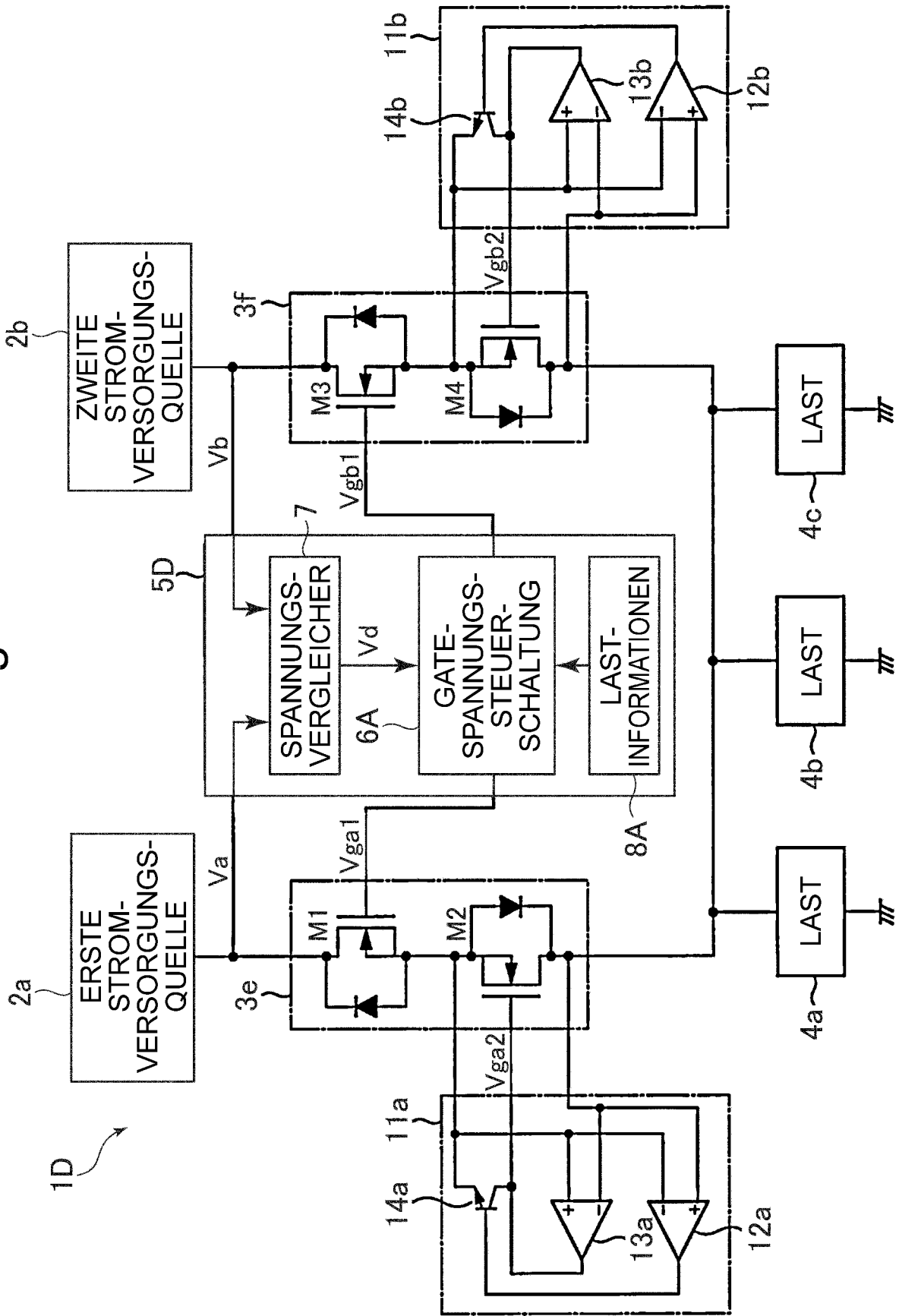
Figur 9



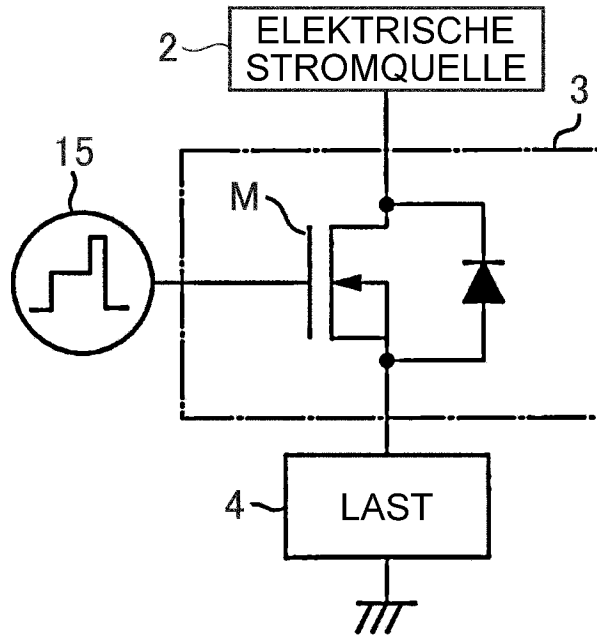
Figur 10



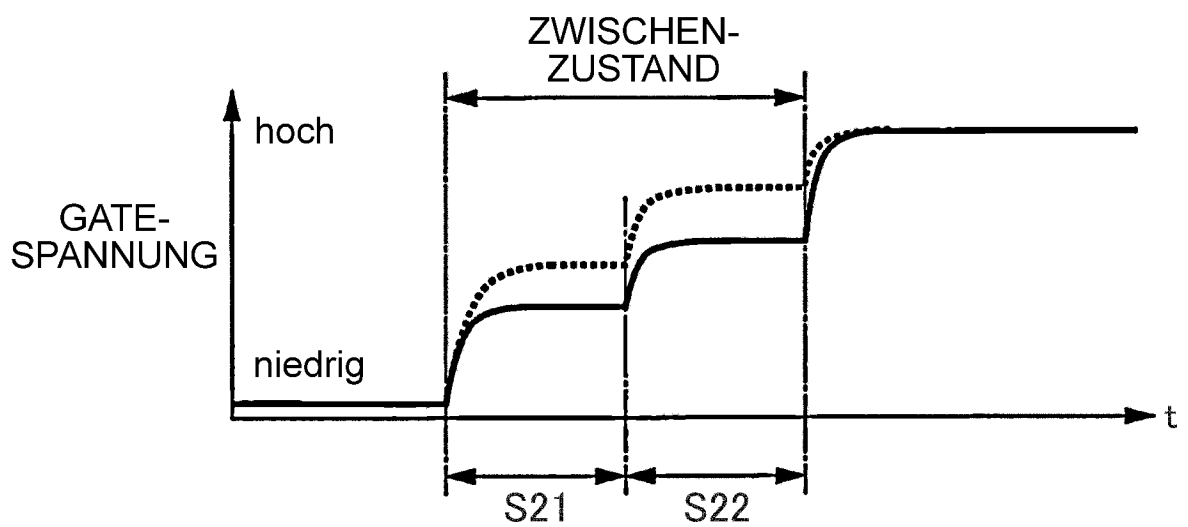
Figur 11



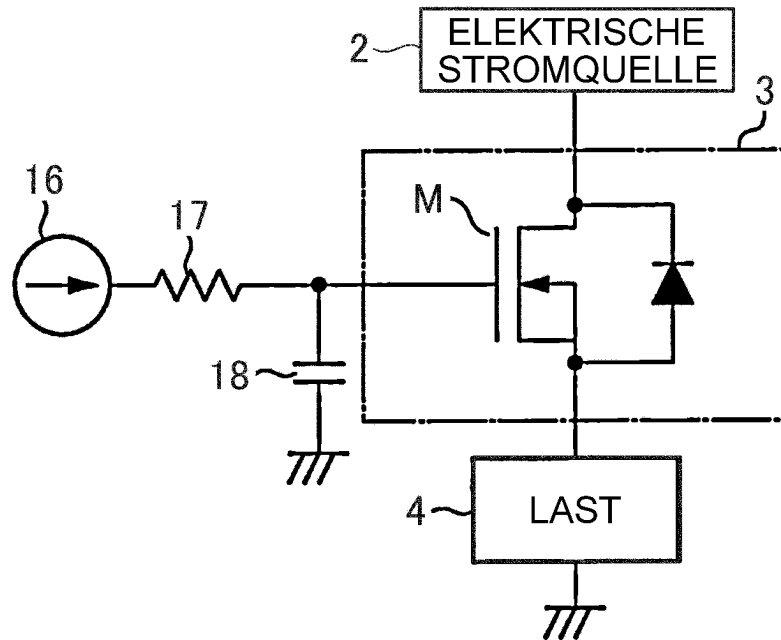
### Figur 12



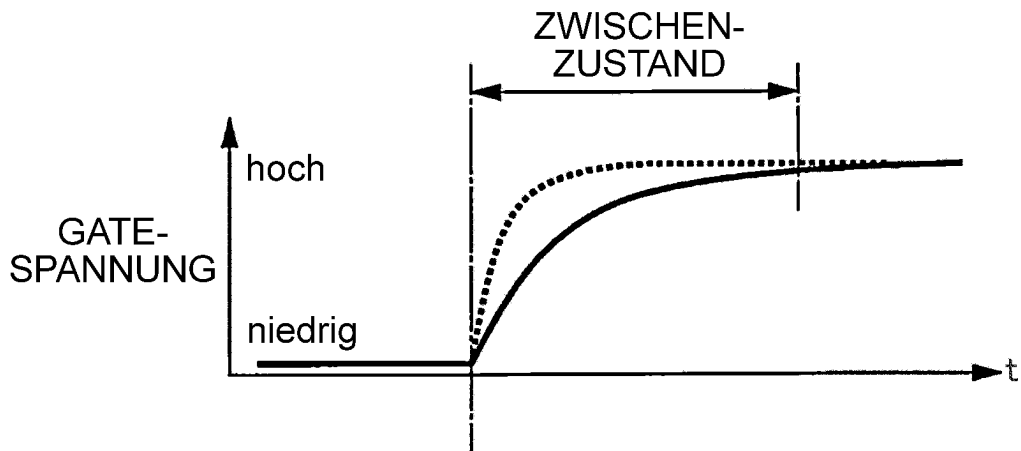
### Figur 13



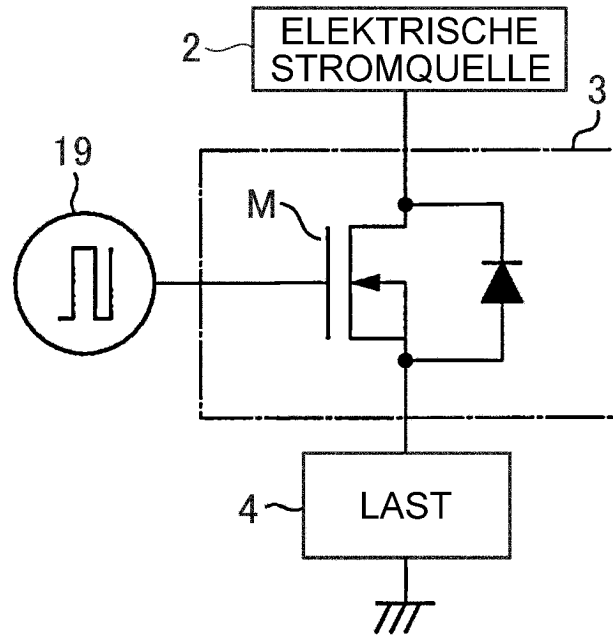
Figur 14



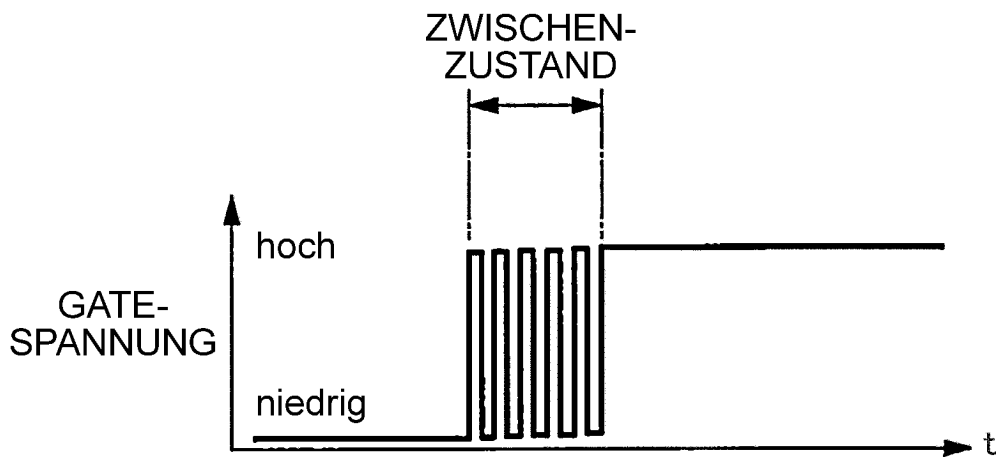
Figur 15



Figur 16



Figur 17



# Figur 18

