



(10) **DE 11 2017 001 875 T5** 2018.12.20

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/175578**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 001 875.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/011192**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.03.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **12.10.2017**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **20.12.2018**

(51) Int Cl.: **H03K 17/687** (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2016-075884 05.04.2016 JP

(71) Anmelder:
AutoNetworks Technologies, Ltd., Yokkaichi-shi, Mie, JP; Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka, JP; Sumitomo Wiring Systems, Ltd., Yokkaichi-shi, Mie, JP

(74) Vertreter:
Horn Kleimann Waitzhofer Patentanwälte PartG mbB, 80339 München, DE

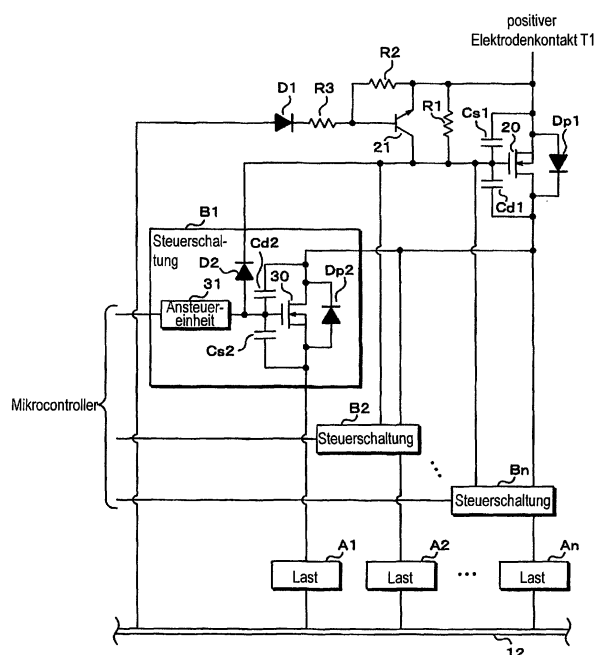
(72) Erfinder:
Sugisawa, Yuuki, Yokkaichi-shi, Mie, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Energieversorgungs-Steuereinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Wenn bei einer Energieversorgungs-Steuereinrichtung wenigstens einer von n zweiten Halbleiterschaltern (30), die in n Steuerschaltungen (B1, B2, ... und Bn) (wobei n für eine Ganzzahl von wenigstens zwei steht) enthalten sind, eingeschaltet wird, wird ein erster Halbleiterschalter (20) eingeschaltet. Wenn alle n zweiten Halbleiterschalter (30) ausgeschaltet werden, wird der erste Halbleiterschalter (20) ausgeschaltet. Die Kathode einer parasitären Diode (Dp1) des ersten Halbleiterschalters (20) ist mit den Kathoden parasitärer Dioden (Dp2) der n zweiten Halbleiterschalter (30) verbunden.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung, die dazu eingerichtet ist, die Versorgung mit elektrischer Energie über mehrere Schalter zu steuern.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0002] In Fahrzeugen können Energieversorgungs-Steuereinrichtungen sein, die dazu eingerichtet sind, eine Last mit elektrischer Energie aus einer Batterie zu versorgen (siehe z. B. Patentdokument 1). Die in Patentdokument 1 offenbarte Energieversorgungs-Steuereinrichtung weist zwei N-Kanal-FETs (Feldefeffekttransistoren) auf, und der Drain eines der FETs ist mit dem Drain des anderen FET verbunden. Die Source eines der FETs ist mit einer positiven Elektrode der Batterie verbunden, und die Source des anderen FET ist mit einem Ende der Last verbunden. Eine negative Elektrode der Batterie ist mit dem anderen Ende der Last verbunden.

[0003] Zwischen den Drains und den Sources der zwei FETs sind parasitäre Dioden geschaltet. Bei den zwei FETs ist die Kathode der parasitären Diode mit dem Drain verbunden, und die Anode der parasitären Diode ist mit der Source verbunden. Bei der in Patentdokument 1 offenbarten Energieversorgungs-Steuereinrichtung ist daher die Kathode der parasitären Diode eines der FETs mit der Kathode der parasitären Diode des anderen FET verbunden.

[0004] Wenn die zwei FETs beide eingeschaltet sind, fließt Strom zwischen den Drains und den Sources der zwei FETs, und die Last wird von der Batterie mit elektrischer Energie versorgt. Wenn die zwei FETs beide ausgeschaltet sind, fließt kein Strom zwischen den Drains und den Sources der zwei FETs. Da die Kathoden der zwei parasitären Dioden der zwei FETs miteinander verbunden sind, fließt zudem kein Strom über die zwei parasitären Dioden, wenn die zwei FETs beide ausgeschaltet sind.

[0005] Auch wenn die positive Elektrode der Batterie mit dem anderen Ende der Last verbunden ist und die negative Elektrode der Batterie mit der Source eines der FETs verbunden ist, während die zwei FETs beide ausgeschaltet sind, fließt kein Strom über die zwei parasitären Dioden, weshalb die Last nicht mit elektrischer Energie versorgt wird.

VORBEKANNTE TECHNISCHE DOKUMENTE

PATENTDOKUMENTE

[0006] Patentdokument 1: JP 5772776 B

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

VON DER ERFINDUNG
ZU LÖSENDE AUFGABEN

[0007] Wie in Patentdokument 1 offenbart, ist als Energieversorgungs-Steuereinrichtung, die dazu eingerichtet ist, die Versorgung mehrerer Lasten mit elektrischer Energie durch die Batterie zu steuern, eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung denkbar, mit der zwei FETs zwischen der Batterie und jeder Last verbunden sind. Allerdings beträgt die Anzahl an FETs in dieser Energieversorgungs-Steuereinrichtung das Doppelte der Anzahl der Lasten und ist damit hoch. Daher ist diese Energieversorgungs-Steuereinrichtung, bei der zwei FETs zwischen die Batterie und jede Last geschaltet sind, problematisch hinsichtlich ihrer hohen Größe und gesteigerten Herstellungskosten.

[0008] Die vorliegende Erfindung entstand angesichts der genannten Umstände, und ihr liegt als Aufgabe zugrunde, eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung bereitzustellen, die dazu eingerichtet ist, die Versorgung mit elektrischer Energie unter Verwendung einer zweckdienlichen geringen Anzahl von Halbleiterschaltern zu steuern.

MITTEL ZUM LÖSEN DER AUFGABE

[0009] Eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung bzw. eine Einrichtung zum Steuern einer Versorgung mit elektrischer Energie gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung mit einer Schalteinheit, die dazu eingerichtet ist, einen ersten Halbleiterschalter und mehrere zweite Halbleiterschalter, deren Stromeingangskontakte mit einem Stromausgangskontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden sind, ein- und auszuschalten wobei die Energieversorgungs-Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, eine Versorgung mit elektrischer Energie über die mehreren zweiten Halbleiterschalter durch Schalten mit der Schalteinheit zu steuern, wobei die Energieversorgungs-Steuereinrichtung aufweist: eine erste parasitäre Diode, die zwischen einem Stromeingangskontakt und dem Stromausgangskontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist; und mehrere zweite parasitäre Dioden, die jeweils zwischen die Stromeingangskontakte und die Stromausgangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter geschaltet sind, wobei eine Kathode der ersten parasitären Diode mit Kathoden der mehreren zweiten parasitären Dioden verbunden ist und die Schalteinheit den ersten Halbleiterschalter einschaltet, wenn die Schalteinheit mindestens einen der mehreren zweiten Halbleiterschalter einschaltet, und den ersten Halbleiterschalter ausschaltet, wenn die Schalteinheit alle der mehreren zweiten Halbleiterschalter ausschaltet.

[0010] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Stromeingangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter mit dem Stromausgangskontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden. Beispielsweise ist eine positive Elektrode der Batterie mit dem Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden, und mit dem Stromausgangskontakt jedes der mehreren zweiten Halbleiterschalter ist eine Last verbunden.

[0011] Wenn mindestens eine der mehreren Lasten mit elektrischer Energie versorgt wird, werden der erste Halbleiterschalter und einer oder mehrere der zweiten Halbleiterschalter, der bzw. die einer oder mehreren mit elektrischer Energie zu versorgenden Lasten entsprechen, eingeschaltet. Auf diese Weise werden die eine oder mehreren Lasten von der Batterie mit elektrischer Energie versorgt.

[0012] Wenn alle zweiten Halbleiterschalter ausgeschaltet werden, wird der erste Halbleiterschalter ausgeschaltet. Außerdem ist die Kathode der ersten parasitären Diode mit den Kathoden der mehreren zweiten parasitären Dioden verbunden. Auch wenn also die negative Elektrode der Batterie fehlerhaft mit dem Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden ist, während der erste Halbleiterschalter und alle zweiten Halbleiterschalter ausgeschaltet sind, fließt kein Strom zu den mehreren Lasten.

[0013] Wie oben beschrieben ist, wird die Versorgung mit elektrischer Energie zweckdienlich durch ($\text{Anzahl der Lasten} + 1$) Halbleiterschalter gesteuert.

[0014] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung wird der erste Halbleiterschalter eingeschaltet, wenn eine Spannung an einem Steuerkontakt in Bezug auf ein Potenzial des Stromeingangskontakts wenigstens einen ersten Schwellenwert erreicht; die mehreren zweiten Halbleiterschalter werden jeweils eingeschaltet, wenn eine Spannung an einem Steuerkontakt in Bezug auf ein Potenzial des Stromausgangskontakts wenigstens einen zweiten Schwellenwert erreicht; die Energieversorgungs-Steuereinrichtung weist mehrere Dioden auf, deren Kathoden mit dem Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden sind; die Anzahl der Dioden die gleiche wie die Anzahl der zweiten Halbleiterschalter; und Anoden der mehreren Dioden sind jeweils mit den Steuerkontakten der mehreren zweiten Halbleiterschalter verbunden.

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung sind die Anoden der Dioden jeweils mit den Steuerkontakten der mehreren zweiten Halbleiterschalter verbunden, und der Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters ist mit den Kathoden der mehreren Dioden verbunden. Wenn also die Spannung am Steuerkontakt eines der zweiten Halbleiterschalter ansteigt, steigt

auch die Spannung am Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters an, und der erste Halbleiterschalter und der zweite Halbleiterschalter werden beide eingeschaltet. Wenn wenigstens einer der mehreren zweiten Halbleiterschalter eingeschaltet wird, wird somit der erste Halbleiterschalter ebenfalls eingeschaltet. Wenn die Spannung am Steuerkontakt eines der eingeschalteten zweiten Halbleiterschalter sinkt, während die mehreren zweiten Halbleiterschalter eingeschaltet sind, sinkt die Spannung am Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters nicht, weshalb der erste Halbleiterschalter nicht ausgeschaltet wird.

[0016] Die Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist einen Widerstand auf, der zwischen den Stromeingangskontakt und den Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist.

[0017] Da gemäß der vorliegenden Erfindung der Widerstand zwischen den Stromeingangskontakt und den Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist, fließt kein Strom durch den Widerstand, wenn alle der zweiten Halbleiterschalter ausgeschaltet sind, und eine Differenz zwischen den Spannungen am Stromeingangskontakt und am Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters beträgt null V.

[0018] Aufgrund des Versorgungsstroms von den Steuerkontakten an parasitäre Kapazitäten, die zwischen den Stromeingangskontakt und die Steuerkontakte geschaltet sind, und parasitäre Kapazitäten, die zwischen die Stromausgangskontakte und die Steuerkontakte geschaltet sind, steigen die Spannungen an den Steuerkontakten des ersten Halbleiterschalters und der zweiten Halbleiterschalter an, und der erste Halbleiterschalter und die zweiten Halbleiterschalter werden eingeschaltet.

[0019] Beispielsweise ist die positive Elektrode der Batterie mit dem Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden, und eine Last ist mit dem Stromausgangskontakt jedes der mehreren zweiten Halbleiterschalter verbunden. Wenn die Spannung am Steuerkontakt eines der zweiten Halbleiterschalter ansteigt, während der erste Halbleiterschalter ausgeschaltet ist, wird die gesamte dem Steuerkontakt des zweiten Halbleiterschalters zugeführte elektrische Energie den zwei parasitären Kapazitäten zugeführt, die mit dem betreffenden Steuerkontakt verbunden sind, bis die Spannung an dem Steuerkontakt mindestens die Ausgangsspannung der Batterie erreicht, und die Spannung an diesem Steuerkontakt steigt an. Wenn die Spannung am Steuerkontakt des zweiten Halbleiterschalters mindestens die Ausgangsspannung der Batterie erreicht, werden zwei parasitäre Kapazitäten, die mit dem Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden sind, und zwei parasitäre Kapazitäten, die mit den Steuerkontakten der zweiten Halbleiterschalter

verbunden sind, mit elektrischer Energie versorgt. Auf diese Weise steigen die Spannungen an den Steuerkontakten des ersten Halbleiterschalters und der zweiten Halbleiterschalter an.

[0020] Die Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist einen Schalter auf, der zwischen den Stromeingangskontakt und den Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist und eingeschaltet wird, wenn eine in Bezug auf das Potenzial der Stromausgangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter negative Spannung an den Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters angelegt wird, wobei der erste Halbleiterschalter ausgeschaltet wird, wenn eine Spannung zwischen dem Stromeingangskontakt und dem Steuerkontakt ungefähr null V beträgt.

[0021] Wenn gemäß der vorliegenden Erfindung eine in Bezug auf das Potenzial der Stromausgangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter negative Spannung an den Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters angelegt wird, werden die Schalter eingeschaltet, die Spannung zwischen dem Stromeingangskontakt und dem Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters wird ungefähr null V, und der erste Halbleiterschalter wird ausgeschaltet. Obwohl der erste Halbleiterschalter und mindestens einer der mehreren zweiten Halbleiterschalter eingeschaltet sind, wird somit ein Ausschalten des ersten Halbleiterschalters erzwungen, wenn eine in Bezug auf das Potenzial der Stromausgangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter negative Spannung an den Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters angelegt wird. Daher wird zuverlässig verhindert, dass Strom von den mehreren zweiten Halbleiterschaltern zum ersten Halbleiterschalter fließt.

EFFEKT DER ERFINDUNG

[0022] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann die Versorgung mit elektrischer Energie unter Verwendung einer geringeren Anzahl von Halbleiterschaltern gesteuert werden.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das die Ausgestaltung der Hauptabschnitte eines Stromversorgungssystems **1** der vorliegenden Ausführungsform zeigt.

Fig. 2 ist ein Schaltbild einer Energieversorgungs-Steuereinrichtung.

Fig. 3 ist ein Schaltbild einer Steuerschaltung.

Fig. 4 ist ein Zeitdiagramm zum Veranschaulichen von Betriebsvorgängen der Energieversorgungs-Steuereinrichtung.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das das Einschalten eines zweiten Halbleiterschalters der Steuerschaltung veranschaulicht.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0023] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, die eine Ausführungsform zeigen, ausführlich beschrieben.

[0024] **Fig. 1** ist ein Blockschaltbild, das die Ausgestaltung der Hauptabschnitte eines Stromversorgungssystems **1** der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Das Stromversorgungssystem **1** zweckdienlich in einem Fahrzeug installiert und weist eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10**, eine Batterie **11**, einen Leiter **12** und n Lasten **A1**, **A1**, ... und **An** auf (wobei n für eine Ganzzahl von mindestens 2 steht). Der Leiter **12** ist beispielsweise eine Karosserie des Fahrzeugs.

[0025] Die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** ist separat mit dem Leiter **12**, einem Ende einer jeden der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** und einem positiven Elektrodenkontakt **T1** verbunden. Der negative Elektrodenkontakt **T2** und das andere Ende jeder der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** sind mit dem Leiter **12** verbunden. Die Batterie **11** ist trennbar zwischen den positiven Elektrodenkontakt **T1** und den negativen Elektrodenkontakt **T2** geschaltet. Ein normaler Verbindungszustand der Batterie **11** ist ein Zustand, in dem die positive Elektrode und die negative Elektrode der Batterie **11** jeweils mit dem positiven Elektrodenkontakt **T1** und dem negativen Elektrodenkontakt **T2** verbunden sind. Ein fehlerhafter Verbindungszustand der Batterie **11** ist ein Zustand, in dem die positive Elektrode und die negative Elektrode der Batterie **11** jeweils mit dem negativen Elektrodenkontakt **T2** und dem positiven Elektrodenkontakt **T1** verbunden sind.

[0026] Wenn die Batterie **11** normal verbunden ist, wird den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** separat elektrische Energie von der Batterie **11** über die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** zugeführt. Die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** steuert die Versorgung der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** mit elektrischer Energie von der Batterie **11**. Die n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** sind elektrische Vorrichtungen, die im Fahrzeug installiert sind, und wenn diese Lasten mit elektrischer Energie versorgt werden, sind die Lasten in Betrieb, und wenn die Stromversorgung unterbrochen wird, stellen die Lasten den Betrieb ein.

[0027] Wenn die Batterie **11** fehlerhaft verbunden ist, verhindert die Energieversorgungs-Steuereinrichtung

tung **10**, dass Strom vom negativen Elektrodenkontakt **T2** zu den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** fließt.

[0028] Fig. 2 ist ein Schaltbild der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10**. Die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** weist einen ersten Halbleiterschalter **20**, einen Schalter **21**, einen Mikrocontroller **22**, n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn**, eine Diode **D1** und Widerstände **R1**, **R2** und **R3** auf. Der erste Halbleiterschalter **20** ist ein N-Kanal-FET. Daher weist die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** ferner eine parasitäre Diode **Dp1** und parasitäre Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** auf, die beim Herstellen des ersten Halbleiterschalters **20** gebildet werden. Die parasitäre Diode **Dp1** ist zwischen die Source und den Drain des ersten Halbleiterschalters **20** geschaltet, und die Anode und die Kathode der parasitären Diode **Dp1** sind mit der Source bzw. dem Drain des ersten Halbleiterschalters **20** verbunden. Die parasitäre Kapazität **Cs1** ist zwischen das Gate und die Source des ersten Halbleiterschalters **20** geschaltet, und die parasitäre Kapazität **Cd1** ist zwischen das Gate und den Drain des ersten Halbleiterschalters **20** geschaltet. Die parasitäre Diode **Dp1** dient als erste parasitäre Diode. Der Schalter **21** ist ein NPN-Bipolartransistor.

[0029] Die Source des ersten Halbleiterschalters **20** ist mit dem positiven Elektrodenkontakt **T1** verbunden. Das Gate und der Drain des ersten Halbleiterschalters **20** sind mit den n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** verbunden. Die n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** sind ferner mit einem Ende jeder der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** verbunden. Das andere Ende jeder der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** ist mit dem Leiter **12** verbunden. Die n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** sind ferner einzeln mit dem Mikrocontroller **22** verbunden.

[0030] Ein Emitter des Schalters **21** und ein Ende jedes Widerstands **R1** und **R2** sind ferner einzeln mit der Source des ersten Halbleiterschalters **20** verbunden. Das andere Ende des Widerstands **R1** und ein Kollektor des Schalters **21** sind mit dem Gate des ersten Halbleiterschalters **20** verbunden. Das andere Ende des Widerstands **R2** ist mit einer Basis des Schalters **21** und einem Ende des Widerstands **R3** verbunden. Das andere Ende des Widerstands **R3** ist mit der Kathode der Diode **D1** verbunden. Die Anode der Diode **D1** ist mit dem Leiter **12** verbunden.

[0031] Auf diese Weise sind der Schalter **21** und der Widerstand **R1** zwischen die Source und das Gate des ersten Halbleiterschalters **20** geschaltet.

[0032] Fig. 3 ist ein Schaltbild der Steuerschaltung **B1**. Die Steuerschaltung **B1** weist einen zweiten Halbleiterschalter **30**, eine Ansteuereinheit **31** und die Diode **D2** auf.

[0033] Der zweite Halbleiterschalter **30** ist ein N-Kanal-FET. Daher weist die Steuerschaltung **B1** ferner eine parasitäre Diode **Dp2** und parasitäre Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** auf, die beim Herstellen des zweiten Halbleiterschalters **30** gebildet werden. Die parasitäre Diode **Dp2** ist zwischen den Drain und die Source des zweiten Halbleiterschalters **30** geschaltet, und die Anode und die Kathode der parasitären Diode **Dp2** sind mit der Source bzw. dem Drain des zweiten Halbleiterschalters **30** verbunden. Die parasitäre Kapazität **Cs2** ist zwischen das Gate und die Source des zweiten Halbleiterschalters **30** geschaltet, und die parasitäre Kapazität **Cd2** ist zwischen das Gate und den Drain des zweiten Halbleiterschalters **30** geschaltet. Die parasitäre Diode **Dp2** dient als zweite parasitäre Diode.

[0034] Der Drain des zweiten Halbleiterschalters **30** ist mit dem Drain des ersten Halbleiterschalters **20** verbunden. Die Source des zweiten Halbleiterschalters **30** ist mit einem Ende der Last **A1** verbunden. Das Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** ist mit der Ansteuereinheit **31** und der Anode der Diode **D2** verbunden. Die Kathode der Diode **D2** ist mit dem Gate des ersten Halbleiterschalters **20** verbunden. Die Ansteuereinheit **31** ist außerdem mit dem Mikrocontroller **24** verbunden.

[0035] Ähnlich wie die Steuerschaltung **B1** weisen auch die Steuerschaltungen **B2**, **B3**, ... und **Bn** jeweils einen zweiten Halbleiterschalter **30**, eine Ansteuereinheit **31**, eine Diode **D2**, eine parasitäre Diode **Dp2** und parasitäre Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** auf. Daher sind die Anzahl der Ansteuereinheiten **31**, die Anzahl der Dioden **D2**, die Anzahl der parasitären Dioden **Dp2**, die Anzahl der parasitären Kapazitäten **Cs2** und die Anzahl der parasitären Kapazitäten **Cd2** gleich wie die Anzahl der zweiten Halbleiterschalter **30**.

[0036] Der zweite Halbleiterschalter **30**, die Ansteuereinheit **31**, die Diode **D2**, die parasitäre Diode **Dp2** und die parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** jeder der Steuerschaltungen **B2**, **B3**, ... und **Bn** sind in gleichartiger Weise mit dem zweiten Halbleiterschalter **30**, der Ansteuereinheit **31**, der Diode **D2**, der parasitären Diode **Dp2** und den parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** der Steuerschaltung **B1** verbunden, mit Ausnahme der Verbindung der Source des zweiten Halbleiterschalters **30**. Die Source des zweiten Halbleiterschalters **30** jeder der Steuerschaltungen **B2**, **B3**, ... und **Bn** ist mit einem Ende der Lasten **A2**, **A3**, ... und **An** verbunden.

[0037] Somit ist die Kathode der parasitären Diode **Dp1** des ersten Halbleiterschalters **20** mit der Kathode der parasitären Diode **Dp2** eines jeden der n zweiten Halbleiterschalter **30** verbunden.

[0038] Wenn die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial

der Source mindestens einen Einschaltsschwellenwert **Vn1** erreicht, beträgt der Widerstand zwischen der Source und dem Drain ungefähr null Ω . Zu diesem Zeitpunkt wird der erste Halbleiterschalter **20** eingeschaltet. Wenn die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source unter einen Ausschaltsschwellenwert **Vf1** fällt, ist der Widerstand zwischen der Source und dem Drain ausreichend groß, so dass kaum Strom zwischen der Source und dem Drain fließt. Wenn die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf1** fällt, wird der erste Halbleiterschalter **20** somit ausgeschaltet. Der Ausschaltsschwellenwert **Vf1** ist positiv und ist kleiner als der Einschaltsschwellenwert **Vn1**.

[0039] Wenn die Spannung am Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** in Bezug auf das Potenzial der Source wenigstens einen Einschaltsschwellenwert **Vn2** erreicht, beträgt der Widerstand zwischen der Source und dem Drain in ähnlicher Weise ungefähr null Ω . Zu diesem Zeitpunkt wird der zweite Halbleiterschalter **30** eingeschaltet. Wenn die Spannung am Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** in Bezug auf das Potenzial der Source unter einen Ausschaltsschwellenwert **Vf2** fällt, ist der Widerstand zwischen der Source und dem Drain ausreichend groß, so dass kaum Strom zwischen der Source und dem Drain fließt. Wenn die Spannung am Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** fällt, wird der zweite Halbleiterschalter **30** somit ausgeschaltet. Der Ausschaltsschwellenwert **Vf2** ist positiv und ist kleiner als der Einschaltsschwellenwert **Vn2**.

[0040] Wenn die Spannung an der Basis des Schalters **21** in Bezug auf ein Potenzial des Emitters wenigstens einen Einschaltsschwellenwert **Vn3** erreicht, beträgt der Widerstand zwischen dem Emitter und einem Kollektor ungefähr Ω . Zu diesem Zeitpunkt wird der Schalter **21** eingeschaltet. Wenn die Spannung an der Basis des Schalters **21** in Bezug auf das Potenzial des Emitters unter einen Ausschaltsschwellenwert **Vf3** fällt, ist der Widerstand zwischen dem Emitter und dem Kollektor ausreichend groß, so dass kaum Strom zwischen dem Emitter und dem Kollektor fließt. Wenn die Spannung am Gate des Schalters **21** in Bezug auf das Potenzial des Emitters unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf3** fällt, wird der Schalter **21** somit ausgeschaltet. Der Ausschaltsschwellenwert **Vf3** ist positiv und ist kleiner als der Einschaltsschwellenwert **Vn3**.

[0041] Wenn die Batterie **11** normal verbunden ist, fließt aufgrund der Wirkung der Diode **D1** kein Strom durch die Widerstände **R2** und **R3**. Daher ist die Spannung an der Basis des Schalters **21** in Bezug auf das Potenzial des Emitters ungefähr null V und ist kleiner als der Ausschaltsschwellenwert **Vf3**. Wenn

die Batterie **11** normal verbunden ist, ist der Schalter **21** somit ausgeschaltet.

[0042] Wenn die Batterie **11** fehlerhaft verbunden ist, mit anderen Worten, wenn eine in Bezug auf das Potenzial der Sources der n zweiten Halbleiterschalter **30** in den Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** negative Spannung an die Source des ersten Halbleiterschalters **20** angelegt wird, fließt ein Strom vom negativen Elektrodenkontakt **T2** durch den Leiter **12**, die Diode **D1**, die Widerstände **R3** und **R2** zum positiven Elektrodenkontakt **T1**, in der angegebenen Reihenfolge. Dabei sinkt die Spannung am Widerstand **R2**, und die Spannung an der Basis des Schalters **21** in Bezug auf das Potenzial des Emitters steigt wenigstens auf den Einschaltsschwellenwert **Vn3** an, und der Schalter **21** wird eingeschaltet. Wenn der Schalter **21** eingeschaltet ist, beträgt die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source ungefähr null V, und die Spannung liegt unter dem Ausschaltsschwellenwert **Vf1**. Zu diesem Zeitpunkt ist der erste Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet.

[0043] Wenn die Batterie **11** fehlerhaft verbunden ist, wird also der Schalter **21** eingeschaltet, und der erste Halbleiterschalter **20** wird ausgeschaltet. Da, wie oben beschrieben, die Kathode der parasitären Diode **Dp1** mit dem Drain des ersten Halbleiterschalters **20** verbunden ist, fließt kein Strom vom Drain zur Source des ersten Halbleiterschalters **20**, wenn der erste Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist. Wenn die Batterie **11** fehlerhaft verbunden ist, fließt somit kein Strom zu den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An**.

[0044] Wenn die Batterie **11** fehlerhaft verbunden ist, während der erste Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet ist, fließt kein Strom vom negativen Elektrodenkontakt **T2** zu den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An**, unabhängig davon, ob der Schalter **21** eingeschaltet ist.

[0045] Auch wenn der erste Halbleiterschalter **20** und wenigstens einer der n zweiten Halbleiterschalter **30** eingeschaltet sind, wird bei einer fehlerhaften Verbindung der Batterie **11** ein Ausschalten des ersten Halbleiterschalters **20** erzwungen, weshalb zuverlässig verhindert wird, dass Strom zu den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** fließt.

[0046] Im Folgenden wird eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** bei normalem Verbindungszustand der Batterie **11** beschrieben. Zur einfacheren Beschreibung wird der Spannungsabfall an jeder der parasitären Dioden **Dp1** und **Dp2** und der Diode **D2** in Vorwärtsrichtung als ausreichend klein betrachtet.

[0047] Bei dem ersten Halbleiterschalter **20** wird Strom vom Gate an die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** zugeführt, und die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source wird mindestens auf

den Einschaltsschwellenwert **Vn1** erhöht. Dies schaltet den ersten Halbleiterschalter **20** ein.

[0048] Außerdem wird durch Entladen der parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf1** gesenkt. Dies schaltet den ersten Halbleiterschalter **20** aus.

[0049] Bei dem zweiten Halbleiterschalter **30** wird den parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** vom Gate Strom zugeführt, und die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source wird wenigstens auf den Einschaltsschwellenwert **Vn2** erhöht. Dies schaltet den zweiten Halbleiterschalter **30** ein.

[0050] Außerdem wird durch Entladen der parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** gesenkt. Dies schaltet den zweiten Halbleiterschalter **30** aus.

[0051] Ein Ansteuersignal zum Anweisen des Ansteuerns einer Last **Ak** und ein Stoppsignal zum Anweisen des Anhaltens des Ansteuerns der Last **Ak** werden von dem Mikrocontroller **24** in die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** ($k = 1, 2, \dots$ und n) eingespeist.

[0052] Wenn das Ansteuersignal eingespeist wird, gibt die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** einen Ansteuerungsstrom aus, der höher als eine Spannung **Vb** ist, die von der Batterie **11** über den internen Widerstand (nicht gezeigt) an das Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** und das Gate des ersten Halbleiterschalters **20** ausgegeben wird. Die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** gibt die Ansteuerungsspannung über den internen Widerstand und die Diode **D2** an das Gate des ersten Halbleiterschalters **20** aus.

[0053] Die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** gibt die Ansteuerungsspannung aus, wodurch den parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** vom Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** Strom zugeführt wird und den parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** vom Gate des ersten Halbleiterschalters **20** Strom zugeführt wird. Dies lädt die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cd2** auf, und die Spannungen an den Gates des ersten Halbleiterschalters **20** und des zweiten Halbleiterschalters **30** in Bezug auf das Potenzial ihrer Sources steigen an.

[0054] Die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** gibt die Ansteuerungsspannung aus, wodurch die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source mindestens den Einschaltsschwellenwert **Vn1** erreicht und die Spannung am Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** in Bezug auf das Poten-

zial der Source mindestens den Einschaltsschwellenwert **Vn2** erreicht. Dies schaltet den ersten Halbleiterschalter **20** und den zweiten Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung **Bk** ein.

[0055] Wenn mindestens eine der Ansteuereinheiten **31** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** die Ansteuerungsspannung ausgibt, wird also der erste Halbleiterschalter **20** eingeschaltet. Die Batterie **11** versorgt eine oder mehrere der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** mit elektrischer Energie, die mit den jeweiligen Sources des eingeschalteten zweiten Halbleiterschalters **30** verbunden sind, und die eine oder mehreren Lasten gehen in Betrieb.

[0056] Wenn wenigstens einer der n zweiten Halbleiterschalter **30** eingeschaltet ist, schalten die Ansteuereinheiten **31** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** den ersten Halbleiterschalter **20** ein, wie oben beschrieben.

[0057] Wenn der zweite Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung **Bk** ($k = 1, 2, \dots$ und n) eingeschaltet ist, fließt Strom vom positiven Elektrodenkontakt **T1** zur Source und zum Drain des ersten Halbleiterschalters **20** und zum Drain und zur Source des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk**, in dieser Reihenfolge.

[0058] Die Source des ersten Halbleiterschalters **20** und der Drain des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** dienen somit als Stromeingangskontakte, und der Drain des ersten Halbleiterschalters **20** und die Source des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** dienen als Stromausgangskontakte. Die Gates des ersten Halbleiterschalters **20** und des zweiten Halbleiterschalters **30** dienen als Steuerkontakte.

[0059] Wenn die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** ein Stoppsignal empfängt, verbindet die Ansteuereinheit **31** über ihren internen Widerstand das Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** mit dem Leiter **12**. Entsprechend fließt Strom von den parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** zur Ansteuereinheit **31**, die parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** entladen sich, die Spannung am Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** fällt unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf2**, und der zweite Halbleiterschalter **30** wird ausgeschaltet. Wenn der zweite Halbleiterschalter **30** ausgeschaltet wird, endet die Versorgung der Last **Ak** mit elektrischer Energie und endet der Betrieb der Last **Ak**.

[0060] Wenn das Entladen in einem Zustand der Verbindung des Gates des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** mit dem Leiter **12** endet, stimmt die Spannung am Drain des zweiten Halbleiterschalters **30** ungefähr mit der Spannung **Vb** überein, die von der Batterie **11** ausgegeben wird,

und die Spannungen am Gate und an der Source des zweiten Halbleiterschalters **30** betragen ungefähr null V.

[0061] Der Mikrocontroller **24** steuert den Betrieb der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** durch Ausgeben des Ansteuersignals oder des Stoppsignals an die Ansteuereinheiten **31** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn**.

[0062] Wenn der Mikrocontroller **24** das Stoppsignal an alle n Ansteuereinheiten **31** ausgibt und alle n Ansteuereinheiten **31** die Gates der n zweiten Halbleiterschalter **30** mit dem Leiter **12** verbinden, endet das Ausgeben der Spannungen an das Gate des ersten Halbleiterschalters **20**. Daher fließt Strom von einem Ende der parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** auf der Gate-Seite des ersten Halbleiterschalters **20** durch den Widerstand **R1**, und die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** des ersten Halbleiterschalters **20** entladen sich. Entsprechend fällt die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschalt-schwellenwert **Vf1**, und der erste Halbleiterschalter **20** wird ausgeschaltet.

[0063] Wenn die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** das Entladen in einem Zustand der Verbindung der Gates der n zweiten Halbleiterschalter **30** mit dem Leiter **12** beenden, betragen die Spannungen zwischen beiden Enden der parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** ungefähr null V, und die in den parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** akkumulierte elektrische Energie beträgt ungefähr null W.

[0064] Wenn alle Ansteuereinheiten **31** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** über ihren internen Widerstand die Gates des zweiten Halbleiterschalters **30** mit dem Leiter **12** verbinden, wird der erste Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet, wie oben beschrieben. Wenn die Ansteuereinheiten **31** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** alle n zweiten Halbleiterschalter **30** ausschalten, schalten die Ansteuereinheiten **31** den ersten Halbleiterschalter **20** aus.

[0065] Die Ansteuereinheiten **31** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** dienen als Schalteinheit bzw. Schalteinheiten.

[0066] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** fließt aufgrund der Wirkung der n Dioden **D2** kein Strom von den parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** des ersten Halbleiterschalters **20** zu den n Ansteuereinheiten **31**. Selbst wenn eine der mehreren Ansteuereinheiten **31**, die die Ansteuerungsspannung ausgeben, das Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** über ihren internen Widerstand mit dem Leiter **12** verbindet, bleibt der erste Halbleiterschalter **20** somit eingeschaltet.

[0067] Mit anderen Worten, wenn die Spannung am Gate eines eingeschalteten zweiten Halbleiterschalters **30** gesenkt wird, während mehrere zweite Halbleiterschalter **30** eingeschaltet sind, sinkt die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** nicht, weshalb der erste Halbleiterschalter **20** nicht ausgeschaltet wird.

[0068] Fig. 4 ist ein Zeitdiagramm zum Veranschaulichen von Betriebsvorgängen der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10**. Dabei werden die Betriebsvorgänge der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** für den Fall beschrieben, dass n drei ist. Fig. 4 zeigt die Veränderung der eingeschalteten und ausgeschalteten Zustände des ersten Halbleiterschalters **20**, und die Veränderung der eingeschalteten und ausgeschalteten Zustände des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltungen **B1**, **B2** und **B3**.

[0069] Wie in Fig. 4 gezeigt, ist der erste Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet, wenn alle n zweiten Halbleiterschalter **30** ausgeschaltet sind. Wenn mindestens einer der drei zweiten Halbleiterschalter **30** eingeschaltet ist, ist der erste Halbleiterschalter **20** eingeschaltet.

[0070] Mindestens eine der drei Lasten **A1**, **A2**, und **A3**, die mit der Source des eingeschalteten zweiten Halbleiterschalters **30** verbunden ist, wird mit elektrischer Energie versorgt, und diese Last ist in Betrieb. Auch wird mindestens eine der drei Lasten **A1**, **A2**, und **A3**, die mit der Source des ausgeschalteten zweiten Halbleiterschalters **30** verbunden ist, nicht mit elektrischer Energie versorgt, und diese Last ist außer Betrieb.

[0071] Wenn beispielsweise die zweiten Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltungen **B1** und **B2** eingeschaltet sind und der zweite Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung **B3** ausgeschaltet ist, sind die Lasten **A1** und **A2** in Betrieb und die Last **A3** ist außer Betrieb..

[0072] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** schaltet die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung **Bk** ($k = 1, 2, \dots$ und n) in einem ausgeschalteten Zustand des ersten Halbleiterschalters **20** und der n zweiten Halbleiterschalter **30** den ersten Halbleiterschalter **20** und den zweiten Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung **Bk** mit hoher Geschwindigkeit von ausgeschaltet nach eingeschaltet um.

[0073] Ein Vergleichsbeispiel für eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung ist eine Energieversorgungs-Steuereinrichtung, bei welcher der Widerstand **R1** nicht vorgesehen ist und das Gate des ersten Halbleiterschalters **20** mit dem Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung **Bk** ohne die Diode **D2** dazwischen verbunden ist. Die Ansteu-

ereinheit **31** der Steuerschaltung Bk gibt die Ansteuerungsspannung aus, und wodurch die Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel den ersten Halbleiterschalter **20** und die zweiten Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung Bk von ausgeschaltet nach eingeschaltet umschalten kann.

[0074] Hierbei führen die Ansteuereinheiten **31** der Steuerschaltungen Bk bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** und der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel die gleiche elektrische Energie bzw. Leistung zu.

[0075] Fig. 5 ist ein Diagramm, das das Einschalten des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung Bk veranschaulicht. Fig. 5 zeigt eine Änderung einer Spannung **Vs2** an der Source und eine Änderung einer Spannung **Vg2** am Gate beim zweiten Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung Bk. Im Folgenden werden die Spannung **Vs2** an der Source und die Spannung **Vg2** am Gate als die Source-Spannung **Vs2** bzw. die Gate-Spannung **Vg2** bezeichnet. Die Source-Spannung **Vs2** und die Gate-Spannung **Vg2** sind jeweils eine Spannung in Bezug auf das Potenzial des Leiters **12**. Die Änderung der Gate-Spannung **Vg2** und die Änderung der Source-Spannung **Vs2** sind durch dicke bzw. dünne Linien angegeben. Ein Abschnitt, in dem die Änderung der Gate-Spannung **Vg2** und die Änderung der Source-Spannung **Vs2** einander überlappen, ist durch eine dicke Linie angegeben.

[0076] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** und der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel unterscheiden sich die Änderungsrichtung der Source-Spannung **Vs2** und die Änderungsrichtung der Gate-Spannung **Vg2** nicht.

[0077] Nachstehend wird ein Zeitraum ab dem Beginn des Ausgebens der Ansteuerungsspannung durch die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk bis zum Erreichen des Ausschaltsschwellenwerts **Vf2** durch die Gate-Spannung **Vg2** als ein erster Zeitraum bezeichnet, und ein Zeitraum ab dem Erreichen des Ausschaltsschwellenwerts **Vf2** durch die Gate-Spannung bis zum Erreichen der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** durch die Source-Spannung **Vs2** als ein zweiter Zeitraum bezeichnet. Außerdem wird ein Zeitraum ab dem Erreichen der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** durch die Source-Spannung **Vs2** bis zum Erreichen der Ansteuerungsspannung durch die Gate-Spannung **Vg2** als ein dritter Zeitraum bezeichnet. Der erste Zeitraum und der zweite Zeitraum sind bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** jeweils kürzer als der erste Zeitraum und der zweite Zeitraum bei der Versorgungssteuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel. Die Länge des dritten Zeitraums ist bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** un-

gefähr gleich der Länge des dritten Zeitraums bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel.

[0078] Zunächst wird das Einschalten der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel beschrieben. Wenn bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel der erste Halbleiterschalter **20** und der zweite Halbleiterschalter **30** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** ausgeschaltet sind, fließt Strom vom positiven Elektrodenkontakt **T1** durch die parasitäre Kapazität **Cs1** zur Ansteuereinheit **31**, in dieser Reihenfolge, und es fließt Strom vom positiven Elektrodenkontakt **T1** durch die parasitäre Diode **Dp1** und die parasitäre Kapazität **Cd1** zur Ansteuereinheit **31**, in dieser Reihenfolge. Bei dem ersten Halbleiterschalter **20** stimmen die Spannungen an der Source und am Drain in Bezug auf das Potenzial des Gates somit ungefähr mit der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** überein. Daher sind die Spannungen am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source und des Drains negativ.

[0079] Im ersten Zeitraum werden die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cs2** aufgeladen. Der parasitären Kapazität **Cs1** wird vom Gate des ersten Halbleiterschalters **20** Strom zugeführt, und der parasitären Kapazität **Cs2** wird vom Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** Strom zugeführt. Die Gate-Spannung **Vg2** steigt durch das Aufladen der parasitären Kapazität **Cs2** an. Die Source-Spannung **Vs2** wird bei null V gehalten, bis eine Differenz zwischen der Gate-Spannung **Vg2** und der Source-Spannung **Vs2** den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** erreicht.

[0080] Wenn die Differenz zwischen der Gate-Spannung **Vg2** und der Source-Spannung **Vs2** den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** erreicht, fließt Strom zwischen dem Drain und der Source des zweiten Halbleiterschalters **30**. Da der erste Halbleiterschalter **20** zu diesem Zeitpunkt ausgeschaltet ist, fließt Strom vom positiven Elektrodenkontakt **T1** durch die parasitäre Diode **Dp1** des ersten Halbleiterschalters **20**.

[0081] Wenn Strom zur Last **Ak** fließt, wird zwischen beiden Enden der Last **Ak** Spannung erzeugt, und die Source-Spannung **Vs2** steigt an. Die Spannung zwischen beiden Enden der Last **Ak** steigt auch zusammen mit einem Anstieg des Stroms an, der zur Last **Ak** fließt. Im zweiten Zeitraum werden die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1** und **Cd2** aufgeladen. Die Gate-Spannung **Vg2** steigt durch das Aufladen der parasitären Kapazität **Cs2** an. Den parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** wird vom Gate des ersten Halbleiterschalters **20** Strom zugeführt. Der parasitären Kapazität **Cd2** wird vom Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** Strom zugeführt.

[0082] Wenn die Gate-Spannung **Vg2** ansteigt, nimmt der zur Last **Ak** fließende Strom zu, und die Source-Spannung **Vs2** steigt an. Die Source-Spannung **Vs2** steigt zusammen mit einem Anstieg der Gate-Spannung **Vg2** an, bis sie die von der Batterie **11** ausgegebene Spannung **Vb** erreicht, während die Differenz zwischen der Source-Spannung **Vs2** und der Gate-Spannung **Vg2** auf dem Ausschaltsschwellenwert **Vf2** gehalten wird. Nach dem Erreichen der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** wird die Source-Spannung **Vs2** auf der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** gehalten.

[0083] Im dritten Zeitraum werden die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cd2** aufgeladen. Durch Aufladen der parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** steigt die Gate-Spannung **Vg2** bis zur Ansteuerungsspannung an, während die Source-Spannung **Vs2** auf der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** gehalten wird. Wenn die Differenz zwischen der Gate-Spannung **Vg2** und der Source-Spannung **Vs2** mindestens den Einschaltsschwellenwert **Vn2** erreicht, wird der zweite Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung Bk eingeschaltet.

[0084] Die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial des Leiters **12** ändert sich in gleicher Weise wie die Gate-Spannung **Vg2**, und die Spannung an der Source des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial des Leiters **12** stimmt ungefähr mit der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** überein. Die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source steigt von einer negativen Spannung an. Wenn die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source wenigstens den Einschaltsschwellenwert **Vn1** erreicht, wird der erste Halbleiterschalter **20** eingeschaltet.

[0085] Als Nächstes wird das Einschalten der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** beschrieben. Wenn bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** der erste Halbleiterschalter **20** und der zweite Halbleiterschalter **30** der n Steuerschaltungen **B1**, **B2**, ... und **Bn** ausgeschaltet sind, entlädt sich die parasitäre Kapazität **Cs1** über den Widerstand **R1**, und die parasitäre Kapazität **Cd1** entlädt sich über den Widerstand **R1** und die Diode **Dp1**. Daher sind die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial an der Source und die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial am Drain ungefähr null V.

[0086] Im ersten Zeitraum wird zwischen dem Beginn des Ausgebens der Ansteuerungsspannung durch die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk und dem Erreichen der von der Batterie **11** ausgegebene Spannung **Vb** durch die Gate-Spannung **Vg2** des zweiten Halbleiterschalters **30** keine Spannung

von der Ansteuereinheit **31** an das Gate des ersten Halbleiterschalters **20** ausgegeben.

[0087] Im ersten Zeitraum wird die gesamte von der Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk zugeführte elektrische Energie der parasitären Kapazität **Cs2** zugeführt, und nur die parasitäre Kapazität **Cs2** wird aufgeladen. Die parasitäre Kapazität **Cs2** wird vom Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** mit Strom versorgt. Die Gate-Spannung **Vg2** steigt durch das Aufladen der parasitären Kapazität **Cs2** an. Die Source-Spannung **Vs2** wird bei null V gehalten, bis eine Differenz zwischen der Gate-Spannung **Vg2** und der Source-Spannung **Vs2** den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** erreicht. Der Ausschaltsschwellenwert **Vf2** ist kleiner als die von der Batterie **11** ausgegebene Spannung **Vb**.

[0088] Wenn die Differenz zwischen der Gate-Spannung **Vg2** und der Source-Spannung **Vs2** den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** erreicht, fließt Strom zwischen dem Drain und der Source des zweiten Halbleiterschalters **30**. Da der erste Halbleiterschalter **20** zu diesem Zeitpunkt ausgeschaltet ist, fließt Strom vom positiven Elektrodenkontakt **T1** durch die parasitäre Diode **Dp1** des ersten Halbleiterschalters **20**.

[0089] Dabei steigt im ersten Zeitraum die Spannung am Drain des ersten Halbleiterschalters **20** aufgrund eines Anstiegs der Gate-Spannung **Vg2** an, und die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** wird auf der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** gehalten. Auf diese Weise wird die parasitäre Kapazität **Cd1** aufgeladen. Allerdings beträgt die elektrostatische Kapazität der parasitären Kapazität **Cd1** beispielsweise ein Zehntel der elektrostatischen Kapazität der parasitären Kapazität **Cs1** und ist damit ausreichend klein, dass eine der parasitären Kapazität **Cd1** im ersten Zeitraum zugeführte elektrische Energie vernachlässigbar gering ist.

[0090] Wenn Strom zur Last **Ak** fließt, wird zwischen beiden Enden der Last **Ak** eine Spannung erzeugt, und die Source-Spannung **Vs2** steigt an. Die Spannung zwischen beiden Enden der Last **Ak** steigt auch zusammen mit einem Anstieg des Stroms an, der zur Last **Ak** fließt. Im zweiten Zeitraum wird die parasitäre Kapazität **Cd2** aufgeladen, und die Gate-Spannung **Vg2** steigt an. Der parasitären Kapazität **Cd2** wird vom Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** Strom zugeführt.

[0091] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** steigt ähnlich wie bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel die Source-Spannung **Vs2** zusammen mit einem Anstieg der Gate-Spannung **Vg2** an, bis sie die von der Batterie **11** ausgegebene Spannung **Vb** erreicht, während die Differenz zwischen der Source-Spannung **Vs2** und der Gate-Spannung **Vg2**

auf dem Ausschaltsschwellenwert **Vf2** gehalten wird. Nach dem Erreichen der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** wird die Source-Spannung **Vs2** auf der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** gehalten.

[0092] Im dritten Zeitraum werden ähnlich wie bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cd2** aufgeladen. Durch Aufladen der parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** steigt die Gate-Spannung **Vg2** bis zur Ansteuerungsspannung an, während die Source-Spannung **Vs2** auf der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** gehalten wird. Wenn die Differenz zwischen der Gate-Spannung **Vg2** und der Source-Spannung **Vs2** mindestens den Einschaltsschwellenwert **Vn2** erreicht, wird der zweite Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung Bk eingeschaltet.

[0093] Die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial des Leiters **12** wird auf der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** gehalten, während die Gate-Spannung **Vg2** unter der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** liegt, und wenn die Gate-Spannung **Vg2** mindestens die von der Batterie **11** ausgegebene Spannung **Vb** erreicht, ändert sich die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in gleicher Weise wie die Gate-Spannung **Vg2**. Die Spannung an der Source des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial des Leiters **12** stimmt ungefähr mit der von der Batterie **11** ausgegebenen Spannung **Vb** überein. Die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source steigt von null V an. Wenn die Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source wenigstens den Einschaltsschwellenwert **Vn1** erreicht, wird der erste Halbleiterschalter **20** eingeschaltet.

[0094] Wie oben beschrieben, gibt bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk die Ansteuerungsspannung aus, wodurch die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cs2** im ersten Zeitraum aufgeladen werden, die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1** und **Cd2** im zweiten Zeitraum aufgeladen werden und die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cd2** im dritten Zeitraum aufgeladen werden. Wenn die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk die Ansteuerungsspannung ausgibt, sind die Spannungen am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf die Source und den Drain negativ. Daher wird die parasitäre Kapazität **Cs1** im ersten Zeitraum aufgeladen, und die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** werden im zweiten Zeitraum aufgeladen.

[0095] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** dagegen wird dadurch, dass die Ansteuer-

einheit **31** der Steuerschaltung Bk die Ansteuerungsspannung ausgibt, die parasitäre Kapazität **Cs2** im ersten Zeitraum aufgeladen, die parasitäre Kapazität **Cd2** wird im zweiten Zeitraum aufgeladen und die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cs2** werden im dritten Zeitraum aufgeladen. Wenn die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk die Ansteuerungsspannung ausgibt, beträgt die Spannung des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source und des Drains null V. Daher ist es nicht notwendig, die parasitäre Kapazität **Cs1** im ersten Zeitraum aufzuladen, und es ist nicht notwendig, die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** im zweiten Zeitraum aufzuladen.

[0096] Bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** vergeht daher zwischen dem Ausgeben der Ansteuerungsspannung durch die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk und dem Einschalten des ersten Halbleiterschalters **20** und des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung Bk wenig Zeit. Somit weist die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** einen geringen durch das Umschalten des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung Bk von ausgeschaltet nach eingeschaltet verursachten Schaltverlust auf. Auch dauert es nicht lang, bis Strom zur parasitären Diode **Dp1** des ersten Halbleiterschalters **20** fließt, und die Leistungsaufnahme ist gering.

[0097] Außerdem schaltet bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk den ersten Halbleiterschalter **20** und den zweiten Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung Bk schnell von eingeschaltet nach ausgeschaltet um, wenn der erste Halbleiterschalter **20** und der zweite Halbleiterschalter **30** der Steuerschaltung Bk ($k = 1, 2, \dots$ und n) eingeschaltet sind und die anderen zweiten Halbleiterschalter **30** ausgeschaltet sind.

[0098] Wenn bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung gemäß dem Vergleichsbeispiel die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk das Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung Bk über ihren internen Widerstand mit dem Leiter **12** verbindet, fließt Strom von den parasitären Kapazitäten **Cd1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cd2** zur Ansteuereinheit **31**, und die parasitären Kapazitäten **Cs1**, **Cd1**, **Cs2** und **Cd2** entladen sich. Wenn die Spannung am Gate des ersten Halbleiterschalters **20** in Bezug auf das Potenzial der Source unter einen Ausschaltsschwellenwert **Vf1** fällt, wird der erste Halbleiterschalter **20** ausgeschaltet, wie oben beschrieben. Wenn die Spannung am Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf2** fällt, wird der zweite Halbleiterschalter **30** ausgeschaltet.

[0099] Wenn bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** die Ansteuereinheit **31** der Steuer-

schaltung Bk das Gate des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung Bk über ihren internen Widerstand mit dem Leiter **12** verbindet, fließt Strom von den parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** zur Ansteuereinheit **31**, und die parasitären Kapazitäten **Cs2** und **Cd2** entladen sich. Die parasitären Kapazitäten **Cs1** und **Cd1** entladen sich über den Widerstand **R1**. Daher vergeht bei dem zweiten Halbleiterschalter **30** wenig Zeit zwischen dem Verbinden des zweiten Halbleiterschalters **30** mit dem Leiter **12** durch die Ansteuereinheit **31** der Steuerschaltung Bk über ihren internen Widerstand und dem Abfallen der Spannung am Gate in Bezug auf das Potenzial der Source unter den Ausschaltsschwellenwert **Vf2**. Somit weist die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** einen geringen durch das Umschalten des zweiten Halbleiterschalters **30** der Steuerschaltung Bk von eingeschaltet nach ausgeschaltet verursachten Schaltverlust auf.

[0100] Wenn bei der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** wenigstens eine der mehreren Lasten **A1**, **A2**, ... **An** mit elektrischer Energie versorgt wird, werden der erste Halbleiterschalter **20** und ein oder mehrere der mehreren zweiten Halbleiterschalter, die den mehreren mit elektrischer Energie versorgten Lasten entsprechen, eingeschaltet. Auf diese Weise werden die eine oder mehreren Lasten mit elektrischer Energie von der Batterie **11** versorgt. Da außerdem die Kathode der parasitären Diode **Dp1** mit der Kathode der n parasitären Dioden **Dp2** verbunden ist, fließt kein Strom zu den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An**, während der erste Halbleiterschalter **20** und die n zweiten Halbleiterschalter **30** ausgeschaltet sind, auch wenn die Batterie **11** fehlerhaft verbunden ist.

[0101] Die Versorgung der n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** mit elektrischer Energie von der Batterie **11** wird, wie oben beschrieben, zweckdienlich durch den ersten Halbleiterschalter **20** und die n zweiten Halbleiterschalter **30** gesteuert. Die Gesamtanzahl Halbleiterschalter - die Summe aus dem ersten Halbleiterschalter **20** und den zweiten Halbleiterschaltern **30** - ist gering, weshalb die Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** eine geringe Größe aufweist und die Herstellungskosten der Energieversorgungs-Steuereinrichtung **10** niedrig sind.

[0102] Wenn der erste Halbleiterschalter **20** und wenigstens einer der n zweiten Halbleiterschalter **30** eingeschaltet sind, wird bei einer fehlerhaften Verbindung der Batterie **11** der Schalter **21** eingeschaltet, und es wird ein Ausschalten des ersten Halbleiterschalters **20** erzwungen. Auf diese Weise wird zuverlässig verhindert, dass Strom vom negativen Elektrodenkontakt **T2** zu den n Lasten **A1**, **A2**, ... und **An** fließt.

[0103] Es sei angemerkt, dass der Schalter **21** nicht auf einen NPN-Bipolartransistor beschränkt ist, solange der Schalter **21** bei fehlerhafter Verbindung der Batterie **11** ausgeschaltet wird. Bei dem Schalter **21** kann es sich also auch um einen PNP-Bipolartransistor oder einen FET handeln.

[0104] Die offenbarten Ausführungsformen sind in jeder Hinsicht als beispielhaft und keinesfalls als einschränkend zu betrachten. Der Umfang der vorliegenden Erfindung wird durch den Umfang der beigefügten Ansprüche und nicht durch die obenstehende Beschreibung definiert, und alle Änderungen, innerhalb des von den Ansprüchen definierten Umfangs sind ebenfalls mit einbezogen.

Bezugszeichenliste

10	Energieversorgungs-Steuereinrichtung
20	erster Halbleiterschalter
21	Schalter
30	zweiter Halbleiterschalter
31	Ansteuereinheit (Abschnitt der Schalteinheit)
D2	Diode
Dp1	parasitäre Diode (erste parasitäre Diode)
Dp2	parasitäre Diode (zweite parasitäre Diode)
R1	Widerstand

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 5772776 B [0006]

Patentansprüche

1. Energieversorgungs-Steuereinrichtung mit einer Schalteinheit, die dazu eingerichtet ist, einen ersten Halbleiterschalter und mehrere zweite Halbleiterschalter, deren Stromeingangskontakte mit einem Stromausgangskontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden sind, ein- und auszuschalten, wobei die Energieversorgungs-Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, eine Versorgung mit elektrischer Energie über die mehreren zweiten Halbleiterschalter durch Schalten mit der Schalteinheit zu steuern, wobei die Energieversorgungs-Steuereinrichtung umfasst:
 eine erste parasitäre Diode, die zwischen einen Stromeingangskontakt und den Stromausgangskontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist; und
 mehrere zweite parasitäre Dioden, die jeweils zwischen die Stromeingangskontakte und die Stromausgangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter geschaltet sind,
 wobei eine Kathode der ersten parasitären Diode mit Kathoden der mehreren zweiten parasitären Dioden verbunden ist und
 die Schalteinheit den ersten Halbleiterschalter einschaltet, wenn die Schalteinheit mindestens einen der mehreren zweiten Halbleiterschalter einschaltet, und den ersten Halbleiterschalter ausschaltet, wenn die Schalteinheit alle der mehreren zweiten Halbleiterschalter ausschaltet.

2. Energieversorgungs-Steuereinrichtung nach Anspruch 1,
 wobei der erste Halbleiterschalter eingeschaltet wird, wenn eine Spannung an einem Steuerkontakt in Bezug auf ein Potenzial der Stromeingangskontakt mindestens einen ersten Schwellenwert erreicht,
 die mehreren zweiten Halbleiterschalter jeweils eingeschaltet werden, wenn eine Spannung an einem Steuerkontakt in Bezug auf ein Potenzial des Stromausgangskontakts wenigstens einen zweiten Schwellenwert erreicht,
 die Energieversorgungs-Steuereinrichtung mehrere Dioden aufweist, deren Kathoden mit dem Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters verbunden sind,
 die Anzahl der Dioden die gleiche ist wie die Anzahl der zweiten Halbleiterschalter und
 Anoden der mehreren Dioden jeweils mit Steuerkontakten der mehreren zweiten Halbleiterschalter verbunden sind.

3. Energieversorgungs-Steuereinrichtung nach Anspruch 2, umfassend:
 einen Widerstand, der zwischen den Stromeingangskontakt und den Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist.

4. Energieversorgungs-Steuereinrichtung nach Anspruch 2 oder 3, umfassend:

einen Schalter, der zwischen den Stromeingangskontakt und den Steuerkontakt des ersten Halbleiterschalters geschaltet ist und eingeschaltet wird, wenn eine in Bezug auf das Potenzial der Stromausgangskontakte der mehreren zweiten Halbleiterschalter negative Spannung an den Stromeingangskontakt des ersten Halbleiterschalters angelegt wird,
 wobei der erste Halbleiterschalter ausgeschaltet wird, wenn eine Spannung zwischen dem Stromeingangskontakt und dem Steuerkontakt ungefähr null V beträgt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

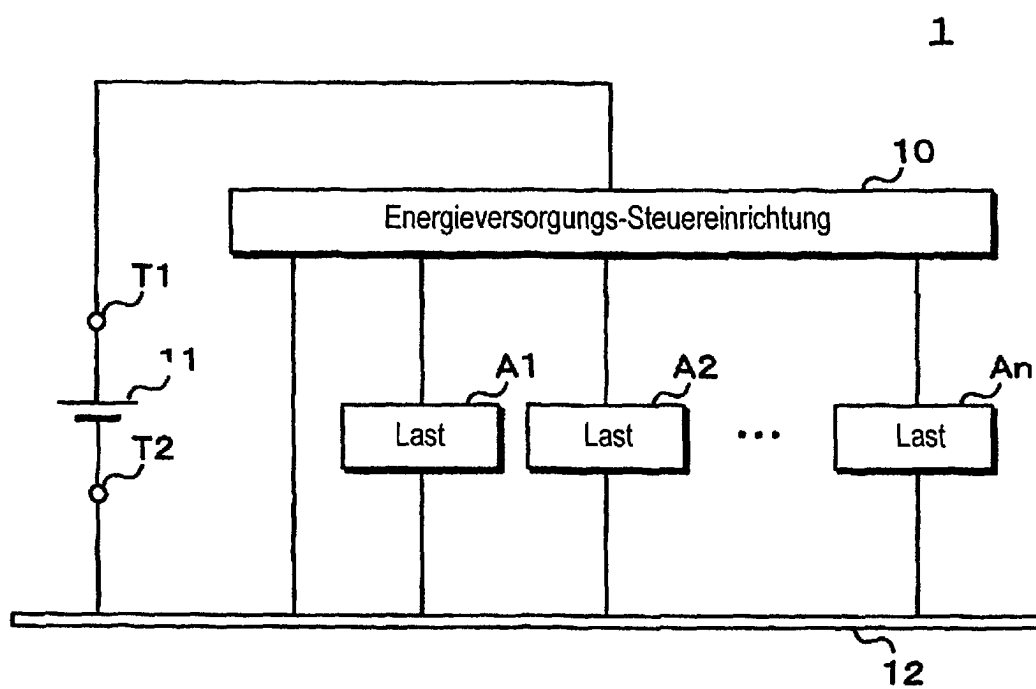


FIG. 2

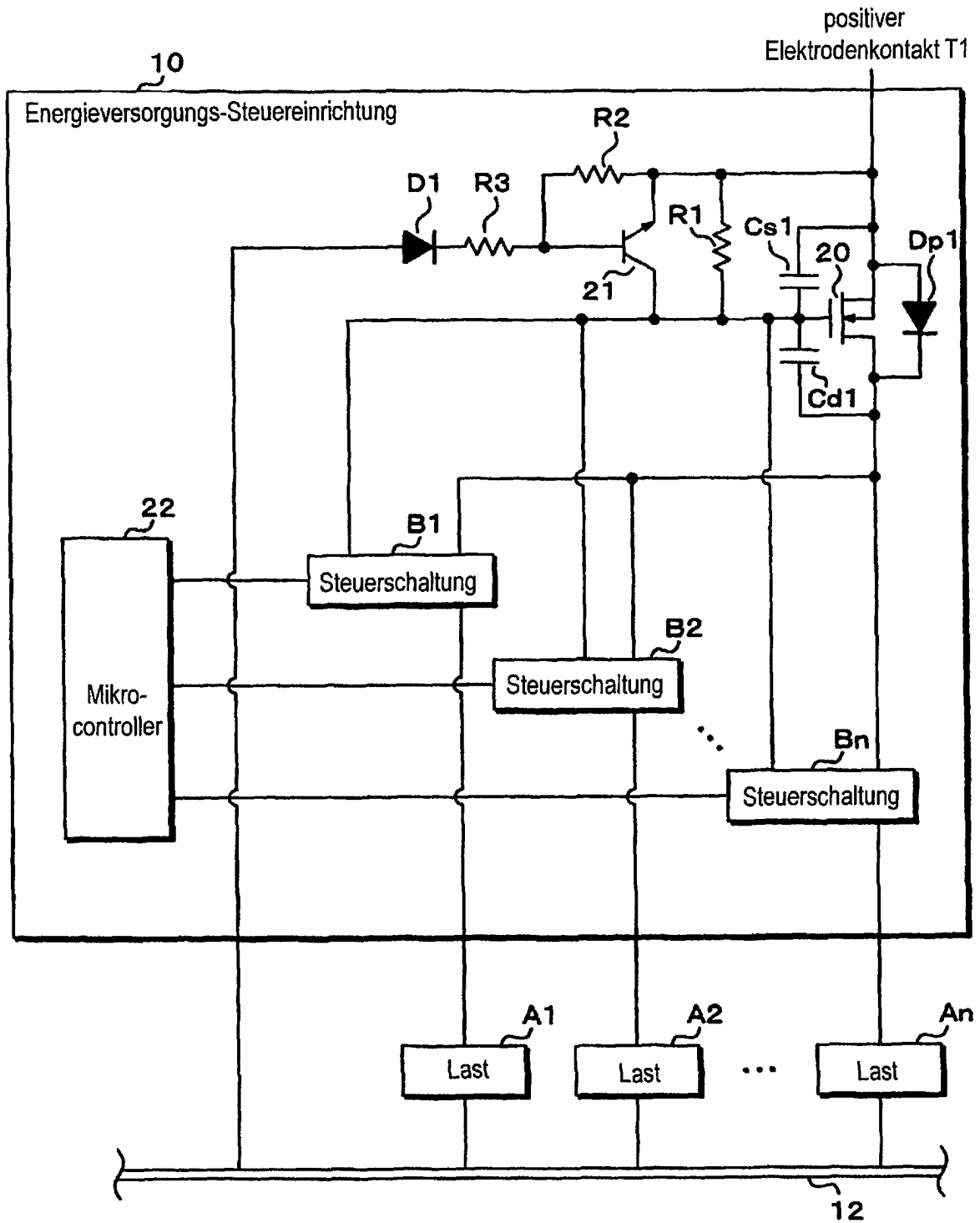


FIG. 3

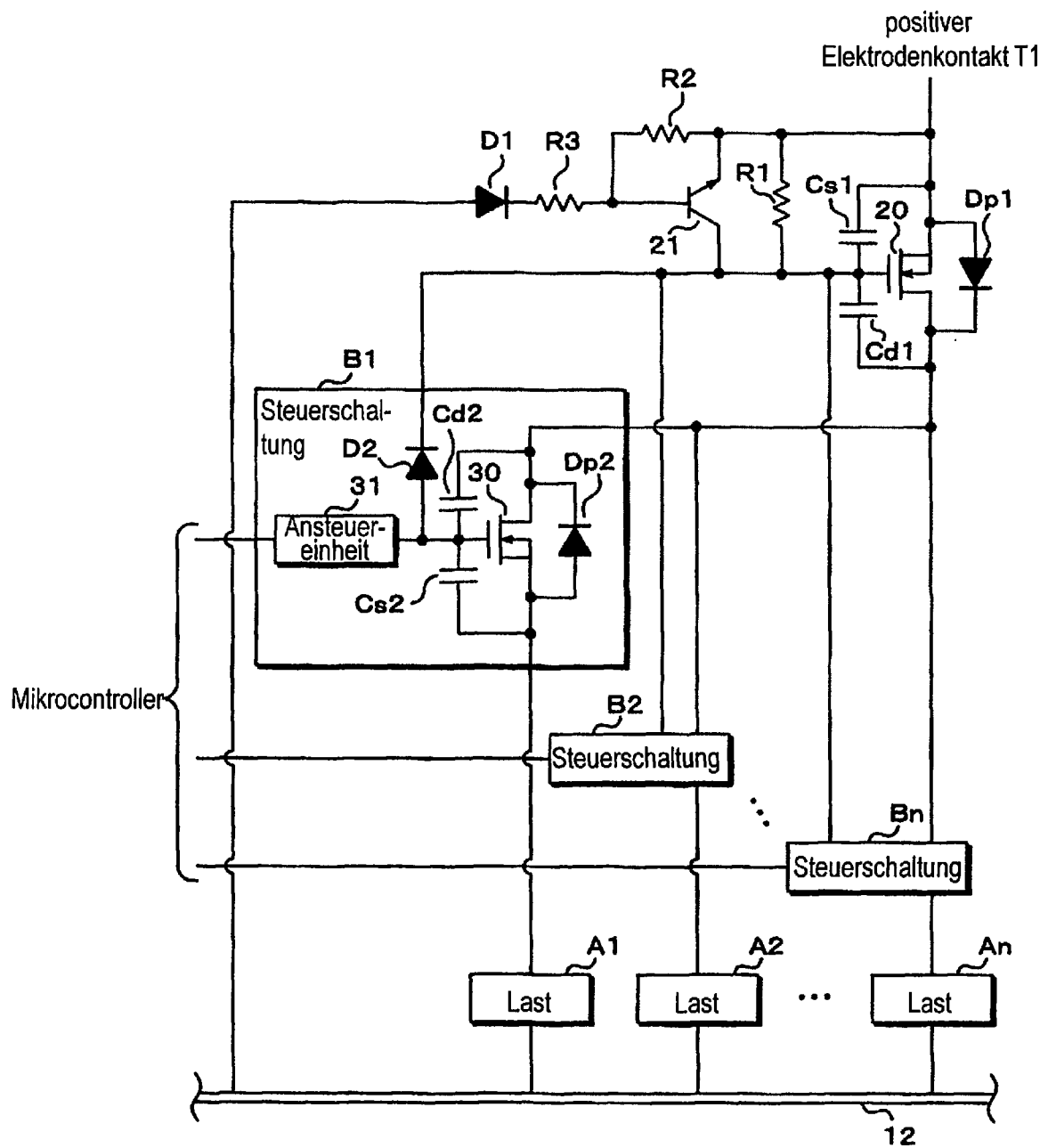


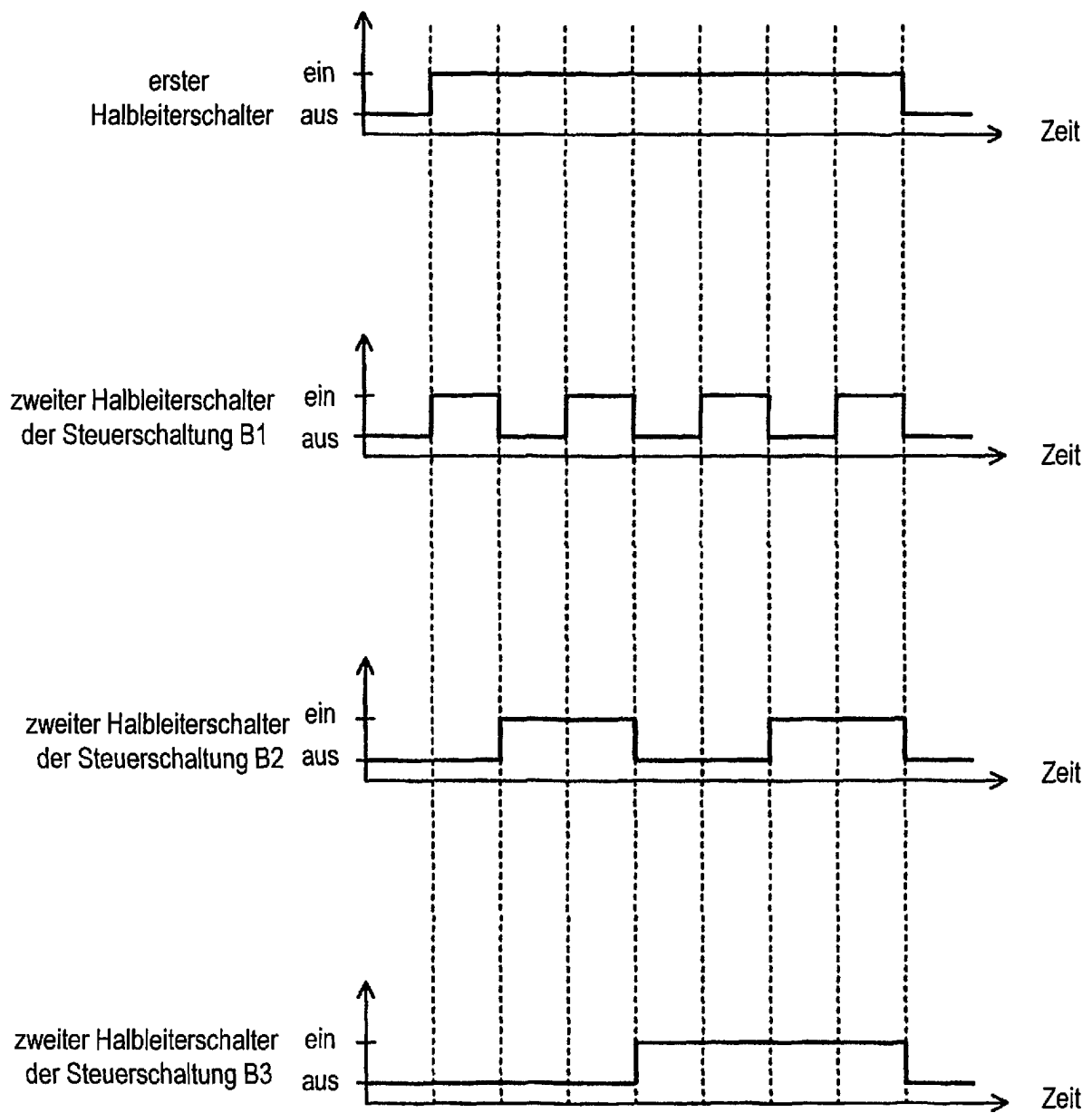
FIG. 4

FIG. 5