



(10) **DE 11 2017 002 636 T5** 2019.04.11

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/204038**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **H01H 47/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 002 636.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/018363**

(86) PCT-Anmeldetag: **16.05.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.11.2017**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **11.04.2019**

(30) Unionspriorität:
2016-105476 26.05.2016 JP

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

(71) Anmelder:
**AutoNetworks Technologies, Ltd., Yokkaichi-shi,
Mie, JP; SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,
LTD., Osaka, JP; Sumitomo Wiring Systems, Ltd.,
Yokkaichi-shi, Mie, JP**

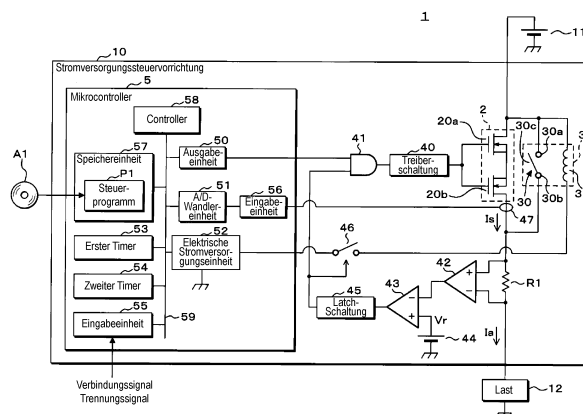
(72) Erfinder:
**Tsukamoto, Katsuma, Yokkaichi-shi, Mie, JP;
Oda, Kota, Yokkaichi-shi, Mie, JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Stromversorgungssteuervorrichtung, Stromversorgungssteuerverfahren und
Computerprogramm**

(57) Zusammenfassung: Bei einer Stromversorgungssteuervorrichtung (10) ermittelt ein Controller (58), falls Halbleiterschalter (20a, 20b) einer Umschalterschaltung (2) ein sind und ein Relaiskontakt (30) aus ist, ob ein von einem Sensor (47) für elektrischen Strom erfasster elektrischer Schalterstrom (I_s) zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht. Falls der Controller (58) ermittelt hat, dass der elektrische Schalterstrom (I_s) zumindest den Schwellenwert aufweist, dann schaltet eine elektrische Stromversorgungseinheit (52) den Relaiskontakt (30) ein, und eine Treiberschaltung (40) schaltet die Halbleiterschalter (20a, 20b) aus. Der Controller (58) ändert den vorstehend beschriebenen Schwellenwert in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung (2) fließt.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Stromversorgungssteuervorrichtung, ein Stromversorgungssteuerverfahren und ein Computerprogramm.

[0002] Diese Anmeldung basiert auf der am 26. Mai 2016 eingereichten korrespondierenden japanischen Patentanmeldung JP 2016-105476 und beansprucht deren Priorität, wobei ihr gesamter Inhalt durch Bezugnahme in diese Anmeldung aufgenommen sein soll.

TECHNISCHER HINTERGRUND

[0003] Patentdokument 1 offenbart eine Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern der Stromversorgung von einer Stromquelle zu einer Last durch Ein- und Ausschalten eines Schalters, der in einem Stromversorgungsweg vorgesehen ist, durch den Strom von der Stromquelle zur Last geliefert wird. In dieser Stromversorgungssteuervorrichtung ist eine Parallelschaltung mit einem Halbleiterschalter und einem Relaiskontakt in dem Stromversorgungsweg vorgesehen, durch den Strom von der Stromquelle zur Last geliefert wird. Falls die Stromversorgung zur Last gestartet wird, wird der Halbleiterschalter eingeschaltet, und dann wird der Relaiskontakt eingeschaltet. Danach wird der Halbleiterschalter ausgeschaltet. Falls die Stromversorgung zur Last beendet wird, wird der Halbleiterschalter eingeschaltet, und dann wird der Relaiskontakt ausgeschaltet. Danach wird der Halbleiterschalter ausgeschaltet.

VORBEKANNTE TECHNISCHE DOKUMENTE

PATENTDOKUMENTE

[0004] Patentdokument 1: Japanisches Patent 5669086

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

[0005] Eine Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern der Stromversorgung über eine Umschalterschaltung, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei die Stromversorgungssteuervorrichtung umfasst eine Erfassungseinheit zum Erfassen eines durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms; eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln, ob der von der Erfassungseinheit erfasste elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist; eine Umschalteneinheit zum Einschalten

des Relaiskontakts und Ausschalten des Halbleiterschalters, falls die Ermittlungseinheit ermittelt hat, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und eine Änderungseinheit zum Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

[0006] Ein Stromversorgungssteuerverfahren gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Stromversorgungssteuerverfahren zum Steuern der Stromversorgung über eine Umschalterschaltung, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei das Stromversorgungssteuerverfahren umfasst einen Schritt des Erfassens eines durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms; einen Schritt des Ermitteln, ob der von der Erfassungseinheit erfasste elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist; einen Schritt des Einschaltens des Relaiskontakts und Ausschalten des Halbleiterschalters, falls ermittelt wird, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und einen Schritt des Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

[0007] Ein Computerprogramm gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogramm zum Veranlassen eines Computers, die Stromversorgung über eine Umschalterschaltung zu steuern, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei das Programm den Computer veranlasst auszuführen einen Schritt des Aufnehmens von Information über elektrischen Strom, die einen durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Strom angibt; einen Schritt des Ermitteln, ob der von der aufgenommenen Information über elektrischen Strom angegebene elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist; einen Schritt des Einschaltens des Relaiskontakts und Ausschaltens des Halbleiterschalters, falls ermittelt wird, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und einen Schritt des Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

[0008] Es ist zu beachten, dass die vorliegende Erfindung nicht nur als eine Stromversorgungssteuervorrichtung mit derartigen charakteristischen Verarbeitungseinheiten realisiert werden kann, sondern auch als ein Stromversorgungssteuerverfahren mit

solchen charakteristischen Prozessen als Schritte oder als ein Computerprogramm zum Veranlassen eines Computers, diese Schritte auszuführen. Außerdem kann die vorliegende Erfindung als integrierte Halbleiterschaltung zum Realisieren eines Teils oder der ganzen Stromversorgungssteuervorrichtung oder als ein Stromversorgungssteuersystem realisiert werden, das die Stromversorgungssteuervorrichtung enthält.

Figurenliste

Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das den Aufbau der Hauptteile eines Stromversorgungssystems in einer Ausführungsform zeigt.

Fig. 2 ist eine Tabelle, die Status-Flags darstellt.

Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Verbindungsverarbeitung zeigt.

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Trennungsverarbeitung zeigt.

Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Schwellenwertänderungsverarbeitung zeigt.

Fig. 6 ist ein Graph, der ein Beispiel der Änderung in einem Schwellenwert zeigt.

Fig. 7 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Schalteränderungsverarbeitung zeigt.

Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Schalteränderungsverarbeitung zeigt.

Fig. 9 ist eine Tabelle, die eine Korrespondenzbeziehung zwischen einem Schwellenwert und einer Halteperiode zeigt.

Fig. 10 ist ein Graph, der ein Beispiel der Änderung in einem elektrischen Schalterstrom zeigt.

VON DER ERFINDUNG ZU LÖSENDE AUFGABEN

[0009] Ein Halbleiterschalter weist einen Durchlass- bzw. EIN-Widerstand auf. Falls ein elektrischer Strom durch den Halbleiterschalter fließt, erzeugt der EIN-Widerstand somit Wärme, und die Temperatur des Halbleiterschalters steigt an. Da der Halbleiterschalter elektrisch ein- und ausgeschaltet wird, besteht keine Beschränkung hinsichtlich der Anzahl an Vorgängen des Ein- und Ausschaltens des Halbleiterschalters.

[0010] Ein Relaiskontakt enthält einen NO (Normally Open)-Anschluss, einen COM (Common)-Anschluss und einen stabförmigen Konduktor, dessen Endabschnitt mit dem COM-Anschluss verbunden ist. Indem der Konduktor in Kontakt mit dem NO-Anschluss gebracht wird, wird der Relaiskontakt von aus auf ein umgeschaltet, und das Lösen des Konduktors vom NO-Anschluss schaltet den Relaiskontakt von ein auf aus um.

[0011] Der Widerstandswert des EIN-Widerstands des Relaiskontakts beträgt ungefähr $0\ \Omega$. Wenn ein elektrischer Strom durch den Relaiskontakt fließt, ist somit das Ausmaß der Zunahme der Temperatur des Relaiskontakts extrem klein. Jedoch wird bei dem Relaiskontakt der Relaiskontakt ein- und ausgeschaltet, indem der Konduktor physisch bewegt wird, und daher ist die Anzahl an Vorgängen des Ein- und Ausschaltens des Relaiskontakts begrenzt. Somit muss, falls die Anzahl an Ein- und Ausschaltvorgängen des Relaiskontakts eine vorbestimmte Anzahl an Vorgängen von beispielsweise 30.000 Vorgängen übersteigt, der Relaiskontakt ersetzt werden.

[0012] Wie oben beschrieben, ist eine Stromversorgungssteuervorrichtung zum Liefern von Strom über einen Halbleiterschalter, falls der Halbleiterschalter eine niedrige Temperatur aufweist, und zum Liefern von Strom über einen Relaiskontakt, falls der Halbleiterschalter eine hohe Temperatur aufweist, als Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern der Stromversorgung über einen Halbleiterschalter und einen Relaiskontakt denkbar.

[0013] Bei einer derartigen Stromversorgungssteuervorrichtung ist es bevorzugt, dass die Häufigkeit des Ein- und Ausschaltens des Relaiskontakts reduziert wird, während die Temperatur des Halbleiterschalters so gehalten wird, dass sie nicht mehr als eine vorbestimmte Temperatur ist. Um dies zu realisieren, ist es erforderlich, mit einer geeigneten Zeitsteuerung bzw. einem passenden Timing den Relaiskontakt einzuschalten und den Halbleiterschalter auszuschalten.

[0014] Daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Stromversorgungssteuervorrichtung, die in der Lage ist, mit einer geeigneten Zeitsteuerung den Relaiskontakt einzuschalten und den Halbleiterschalter auszuschalten, sowie ein Stromversorgungssteuerverfahren und ein Computerprogramm bereitzustellen, mit denen mit einer geeigneten Zeitsteuerung der Relaiskontakt eingeschaltet und der Halbleiterschalter ausgeschaltet werden kann.

VORTEILHAFTE EFFEKTE DER ERFINDUNG

[0015] Gemäß dieser Erfindung ist es möglich, mit einer geeigneten Zeitsteuerung den Relaiskontakt einzuschalten und den Halbleiterschalter auszuschalten.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0016] Zunächst werden nachstehend Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben. Zumindest Teile von nachstehend beschriebenen Ausführungsformen können kombiniert werden.

(1) Eine Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern der Stromversorgung über eine Umschalterschaltung, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei die Stromversorgungssteuervorrichtung umfasst eine Erfassungseinheit zum Erfassen eines durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms; eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln, ob der von der Erfassungseinheit erfasste elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist; eine Umschalteinheit zum Einschalten des Relaiskontakts und Ausschalten des Halbleiterschalters, falls die Ermittlungseinheit ermittelt hat, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und eine Änderungseinheit zum Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

(2) Die Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine Einstelleinheit zum Einstellen einer Periode in Abhängigkeit vom von der Ermittlungseinheit bei der Ermittlung verwendeten Schwellenwert, falls die Ermittlungseinheit ermittelt hat, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist, und falls die von der Einstelleinheit eingestellte Periode verstrichen ist, nachdem der Relaiskontakt eingeschaltet wurde und der Halbleiterschalter ausgeschaltet wurde, schaltet wobei die Umschalteinheit den Halbleiterschalter ein und schaltet den Relaiskontakt aus.

(3) Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung beträgt die Anzahl an Halbleiterschaltern **2**, sind die zwei Halbleiterschalter FETs, ist die Source eines der Halbleiterschalter mit der Source des anderen Halbleiterschalters verbunden und ist der Relaiskontakt zwischen die Drains der zwei Halbleiterschalter geschaltet.

(4) Ein Stromversorgungssteuerverfahren gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Stromversorgungssteuerverfahren zum Steuern der Stromversorgung über eine Umschalterschaltung, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei das Stromversorgungssteuerverfahren umfasst einen Schritt des Erfassens eines durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms; einen Schritt des Ermittlens, ob der von der Erfassungseinheit erfasste elektrische Strom

zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist; einen Schritt des Einschaltens des Relaiskontakts und Ausschaltens des Halbleiterschalters, falls ermittelt wird, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und einen Schritt des Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

(5) Ein Computerprogramm gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Computerprogramm zum Veranlassen eines Computers, die Stromversorgung über eine Umschalterschaltung zu steuern, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei das Programm den Computer veranlasst auszuführen einen Schritt des Aufnehmens von Information über elektrischen Strom, die einen durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Strom angibt; einen Schritt des Ermittlens, ob der von der aufgenommenen Information über elektrischen Strom angegebene elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist; einen Schritt des Einschaltens des Relaiskontakts und Ausschaltens des Halbleiterschalters, falls ermittelt wird, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und einen Schritt des Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

[0017] Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung, dem Stromversorgungssteuerverfahren und dem Computerprogramm gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird, wenn der Halbleiterschalter ein und der Relaiskontakt aus ist, ermittelt, ob ein durch die Umschalterschaltung fließender elektrischer Strom zumindest den Schwellenwert aufweist oder nicht. Falls ermittelt wird, dass dieser elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist, wird der Relaiskontakt eingeschaltet, und der Halbleiterschalter wird ausgeschaltet.

[0018] Falls ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt, nimmt die Temperatur der Umschalterschaltung zu, solange die vom EIN-Widerstand des Halbleiterschalters erzeugte Wärmemenge die von dem Halbleiterschalter abgeleitete bzw. freigegebene Wärmemenge übersteigt. Je größer der durch den Halbleiterschalter fließende elektrische Strom ist, desto höher ist die Temperatur der Umschalterschaltung, und je länger die Zeitspanne ist, in der ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt, desto höher ist die Temperatur der Umschalterschaltung.

tung. Der Schwellenwert wird in Abhängigkeit von der Länge der verstrichenen Zeitspanne ab dem Zeitpunkt geändert, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt. Je länger beispielsweise die verstrichene Zeitspanne ist, desto stärker wird der Schwellenwert reduziert. Demzufolge ist es möglich, mit einem geeigneten Timing den Relaiskontakt einzuschalten und den Halbleiterschalter auszuschalten, beispielsweise zu einem Zeitpunkt, wenn die Temperatur der Umschalterschaltung ungefähr mit einer vorbestimmten Temperatur übereinstimmt.

[0019] Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird, falls ermittelt wird, dass der durch die Umschalterschaltung fließende elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist, eine Periode in Abhängigkeit vom bei dieser Ermittlung verwendeten Schwellenwert eingestellt. Nachdem der Relaiskontakt eingeschaltet wird und der Halbleiterschalter ausgeschaltet wird, wird dann der Halbleiterschalter eingeschaltet und der Relaiskontakt ausgeschaltet, falls die eingestellte Periode verstrichen ist. Je größer der Schwellenwert aufweist, der zum Ermitteln des durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms verwendet wird, desto länger ist die Periode, die in Abhängigkeit vom bei der Ermittlung verwendeten Schwellenwert eingestellt wird. In diesem Fall ist es möglich, in einem Zustand, in dem die Temperatur der Umschalterschaltung ausreichend niedriger als eine vorbestimmte Temperatur ist, den Halbleiterschalter einzuschalten und den Relaiskontakt auszuschalten.

[0020] Bei der Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält die Umschalterschaltung zwei Halbleiterschalter. Diese Halbleiterschalter sind FETs, und die Source des einen Halbleiterschalters ist mit der Source des anderen Halbleiterschalters verbunden. Der Relaiskontakt ist zwischen die Drains der zwei Halbleiterschalter geschaltet. Falls die zwei Halbleiterschalter vom gleichen Typ von FET sind, fließt kein elektrischer Strom durch parasitäre Dioden, die zwischen den Drains und den Sources der zwei Halbleiterschalter vorhanden sind, solange die zwei Halbleiterschalter aus sind.

DETAILS VON AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0021] Ein spezifisches Beispiel einer Stromversorgungssteuervorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Es ist zu beachten, dass die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Beispiel beschränkt ist, sondern durch den Schutzbereich der Ansprüche angegeben ist, und alle Änderungen, die in den Wortlaut und den Äquivalenzbereich der Ansprüche fallen, sollen dabei inbegriffen sein.

[0022] Fig. 1 ist ein Blockschaltbild, das den Aufbau der Hauptteile eines Stromversorgungssystems 1 in der vorliegenden Ausführungsform zeigt. Das Stromversorgungssystem 1 umfasst eine Stromversorgungssteuervorrichtung 10, eine Batterie 11 und eine Last 12. Die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 ist mit der positiven Elektrode der Batterie 11 und einem Ende der Last 12 verbunden. Die negative Elektrode der Batterie 11 und das andere Ende der Last 12 sind geerdet.

[0023] Die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 empfängt ein Verbindungssignal zum Anweisen der Bildung einer Verbindung zwischen der Batterie 11 und der Last 12 und ein Trennungssignal zum Anweisen des Trennens der Verbindung zwischen der Batterie 11 und der Last 12. Falls die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 das Verbindungssignal empfängt, dann verbindet die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 die Batterie 11 und die Last 12, und falls die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 das Trennungssignal empfängt, trennt die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 die Verbindung zwischen der Batterie 11 und der Last 12. Wie oben beschrieben, steuert die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 die Stromversorgung von der Batterie 11 an die Last 12, indem sie die Batterie 11 und die Last 12 verbindet und die Verbindung trennt.

[0024] Die Last 12 ist eine elektrische Vorrichtung, die in dem Fahrzeug eingebaut ist. Strom wird von der Batterie 11 über die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 an die Last 12 geliefert. Die Last 12 wird unter Verwendung des von der Batterie 11 gelieferten Stroms aktiviert. Falls die Last 12 in einem Zustand aktiviert wird, in dem die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 die Batterie 11 und die Last 12 verbindet, fließt elektrischer Strom von der positiven Elektrode der Batterie 11 durch die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 an die Last 12 in dieser Reihenfolge und kehrt zur negativen Elektrode der Batterie 11 zurück. Falls die Last 12 den Betrieb beendet, stoppt die Stromversorgung von der Batterie 11 über die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 zur Last 12. Falls die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 die Verbindung zwischen der Batteriezelle und der Last 12 trennt, dann wird kein Strom von der Batterie 11 an die Last 12 geliefert.

[0025] Die Stromversorgungssteuervorrichtung 10 enthält eine Umschalterschaltung 2, ein Relais 3, eine Treiberschaltung 40, eine UND-Schaltung 41, einen Differenzverstärker 42, einen Komparator 43, eine Gleichstromquelle 44, eine Latch-Schaltung 45, einen Schalter 46, einen Sensor 47 für elektrischen Strom, einen Mikrocontroller 5 und einen Widerstand R1. Die Umschalterschaltung 2 enthält zwei Halbleiterschalter 20a und 20b. Die Halbleiterschalter 20a und 20b sind N-Kanal-FETs (Feldeffekttransistoren). Das Relais 3 umfasst einen Relaiskontakt 30 und eine Re-

laisspule **31**. Der Relaiskontakt **30** enthält einen NO-Anschluss **30a**, einen COM-Anschluss **30b** und einen Konduktor **30c**, dessen Ende mit dem COM Anschluss **30b** verbunden ist.

[0026] Die Treiberschaltung **40** und die Latch-Schaltung **45** weisen jeweils einen Eingangsanschluss und einen Ausgangsanschluss auf. Die UND-Schaltung **41** weist zwei Eingangsanschlüsse und einen Ausgangsanschluss auf. Der Differenzverstärker **42** und der Komparator **43** weisen jeweils einen Plus-Anschluss, einen Minus-Anschluss und einen Ausgangsanschluss auf.

[0027] Der Drain des Halbleiterschalters **20a** der Umschalterschaltung **2** ist mit der positiven Elektrode der Batterie **11** verbunden. In der Umschalterschaltung **2** ist die Source des Halbleiterschalters **20a** mit der Source des Halbleiterschalters **20b** verbunden. Der Drain des Halbleiterschalters **20b** ist mit einem Ende des Widerstands **R1** verbunden. Das andere Ende des Widerstands **R1** ist mit einem Ende der Last **12** verbunden. Der Relaiskontakt **30** des Relais **3** ist parallel zur Umschalterschaltung **2** angeschlossen. Genauer gesagt ist der NO-Anschluss **30a** des Relaiskontakts **30** mit dem Drain des Halbleiterschalters **20a** verbunden, und der COM-Anschluss **30b** des Relaiskontakts **30** ist mit dem Drain des Halbleiterschalters **20b** verbunden.

[0028] Hier bedeutet „parallel“ nicht parallel in einer strikten Bedeutung. Der Relaiskontakt **30** sollte im Wesentlichen parallel zur Umschalterschaltung **2** angeschlossen sein. Beispielsweise kann der Relaiskontakt **30** auch parallel zu einer Serienschaltung aus der Umschalterschaltung **2** und einem Widerstand (nicht gezeigt) angeschlossen sein.

[0029] Außerdem kann der COM-Anschluss **30b** des Relaiskontakts **30** mit dem Drain des Halbleiterschalters **20a** verbunden sein, und der NO-Anschluss **30a** des Relaiskontakts **30** kann mit dem Drain des Halbleiterschalters **20b** verbunden sein.

[0030] Der Drain des Halbleiterschalters **20a** ist außerdem mit einem Ende der Relaispule **31** verbunden, und das andere Ende der Relaispule **31** ist mit einem Ende des Schalters **46** verbunden. Das andere Ende des Schalters **46** ist mit dem Mikrocontroller **5** verbunden. Die Gates der Halbleiterschalter **20a** und **20b** sind mit dem Ausgangsanschluss der Treiberschaltung **40** verbunden. Der Eingangsanschluss der Treiberschaltung **40** ist mit dem Ausgangsanschluss der UND-Schaltung **41** verbunden. Einer der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** ist mit dem Mikrocontroller **5** verbunden. Der andere der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** ist mit dem Ausgangsanschluss der Latch-Schaltung **45** verbunden.

[0031] Ein Ende und das andere Ende des Widerstands **R1** sind mit dem Plus-Anschluss bzw. dem Minus-Anschluss des Differenzverstärkers **42** verbunden. Der Ausgangsanschluss des Differenzverstärkers **42** ist mit dem Minus-Anschluss des Komparators **43** verbunden. Der Plus-Anschluss des Komparators **43** ist mit der positiven Elektrode der Gleichstromquelle **44** verbunden. Die negative Elektrode der Gleichstromquelle **44** ist geerdet. Der Ausgangsanschluss des Komparators **43** ist mit dem Eingangsanschluss der Latch-Schaltung **45** verbunden. Der Sensor **47** für elektrischen Strom weist eine ringförmige Gestalt auf und umgibt eine Zuführungsleitung, die den Drain des Halbleiterschalters **20b** und ein Ende des Widerstands **R1** verbindet. Der Sensor **47** für elektrischen Strom ist an einer Position angeordnet, die näher an dem Halbleiterschalter **20b** liegt als ein Verbindungspunkt, an dem der Drain des Halbleiterschalters **20b** mit dem COM-Anschluss **30b** des Relaiskontakts **30** verbunden ist. Der Sensor **47** für elektrischen Strom ist mit dem Mikrocontroller **5** verbunden.

[0032] Falls die Spannungen an den Gates der Halbleiterschalter **20a** und **20b** zumindest einen bestimmten Wert aufweisen, kann ein elektrischer Strom zwischen den Drains und den Sources fließen. Zu diesem Zeitpunkt sind die Halbleiterschalter **20a** und **20b** eingeschaltet. Außerdem fließt, falls die Spannungen an den Gates der Halbleiterschalter **20a** und **20b** weniger als einen bestimmten Wert aufweisen, kein elektrischer Strom zwischen den Drains und den Sources. Zu diesem Zeitpunkt sind die Halbleiterschalter **20a** und **20b** ausgeschaltet.

[0033] Die Treiberschaltung **40** schaltet die Halbleiterschalter **20a** und **20b** durch Einstellen der Spannungen an den Gates der Halbleiterschalter **20a** und **20b** ungefähr gleichzeitig ein und aus. Die UND-Schaltung **41** gibt von ihrem Ausgangsanschluss eine Hochpegelspannung oder eine Niederpegelspannung an den Eingangsanschluss der Treiberschaltung **40** aus. Falls eine von der UND-Schaltung **41** empfangene Spannung von einer Niederpegelspannung zu einer Hochpegelspannung umgeschaltet wird, dann schaltet die Treiberschaltung **40** die Halbleiterschalter **20a** und **20b** von aus auf ein um. Falls außerdem eine von der UND-Schaltung empfangene Spannung von einer Hochpegelspannung auf eine Niederpegelspannung umgeschaltet wird, dann schaltet die Treiberschaltung **40** die Halbleiterschalter **20a** und **20b** von ein auf aus um.

[0034] Der Mikrocontroller **5** gibt die Hochpegelspannung oder die Niederpegelspannung an einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** aus. Die Latch-Schaltung **45** gibt die Hochpegelspannung oder die Niederpegelspannung an den anderen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** aus.

[0035] Falls die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt, dann gibt die UND-Schaltung **41** von ihrem Ausgangsanschluss die vom Mikrocontroller **5** ausgegebene Spannung direkt an den Eingangsanschluss der Treiberschaltung **40** aus. Somit schaltet die Treiberschaltung **40** die Halbleiterschalter **20a** und **20b** in Abhängigkeit von der aus dem Mikrocontroller **5** ausgegebenen Spannung ein und ein, solange die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt.

[0036] Falls die Latch-Schaltung **45** die Niederpegelspannung ausgibt, dann gibt die UND-Schaltung **41** von ihrem Ausgangsanschluss die Niederpegelspannung unabhängig von der aus dem Mikrocontroller **5** ausgegebenen Spannung an die Treiberschaltung **40** aus. In diesem Fall hält die Treiberschaltung **40** die Halbleiterschalter **20a** und **20b** ausgeschaltet.

[0037] Der Mikrocontroller **5** erdet und öffnet das andere Ende des Schalters **46**. Falls der Mikrocontroller **5** das andere Ende des Schalters **46** in einem Zustand erdet, in dem der Schalters **46** ein ist, wird elektrischer Strom von der Batterie **11** an die Relaispule **31** geliefert. Dementsprechend wird ein Magnetfeld um die Relaispule **31** herum erzeugt, der Konduktor **30c** wird zu dem NO-Anschluss **30a** hin angezogen, und der Konduktor **30c** gelangt in Kontakt mit dem NO-Anschluss **30a**. Zu diesem Zeitpunkt kann ein elektrischer Strom zwischen dem NO-Anschluss **30a** und dem COM-Anschluss **30b** fließen, und der Relaiskontakt **30** ist eingeschaltet.

[0038] Falls der Schalter **46** ausgeschaltet wird oder der Mikrocontroller **5** das andere Ende des Schalters **46** öffnet, dann stoppt die Lieferung des elektrischen Stroms an die Relaispule **31**. Demzufolge löst sich der Konduktor **30c** vom NO-Anschluss **30a**, weshalb kein elektrischer Strom zwischen dem NO-Anschluss **30a** und dem COM-Anschluss **30b** fließt und der Relaiskontakt **30** ausgeschaltet wird.

[0039] Falls die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt, ist der Schalter **46** ein. Falls die Latch-Schaltung **45** die Niederpegelspannung ausgibt, ist der Schalter **46** aus.

[0040] Da der Schalter **46** ein ist, falls die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt, wird somit der Relaiskontakt **30** durch den Mikrocontroller **5** ein- oder ausgeschaltet. Da der Schalter **46** aus ist, falls die Latch-Schaltung **45** die Niederpegelspannung ausgibt, ist der Relaiskontakt **30** unabhängig vom Betrieb des Mikrocontrollers **5** aus.

[0041] Der Differenzverstärker **42** gibt von seinem Ausgangsanschluss eine Spannung, die durch das Produkt einer Spannung über beiden Enden des Widerstands **R1** und einer vorbestimmten positiven Zahl **K** definiert ist, an den Minus-Anschluss des Kompa-

rators **43** aus. Die Spannung über beiden Enden des Widerstands **R1** ist durch das Produkt eines durch die Last **12** fließenden elektrischen Laststroms **Ia** und eines Widerstandswerts **r1** des Widerstands **R1** ausgedrückt. Somit empfängt der Minus-Anschluss des Komparators **43** eine Spannung, die durch $K \cdot r1 \cdot Ia$ ausgedrückt ist. „ \cdot “ bedeutet Multiplikation.

[0042] Eine Referenzspannung **Vr** wird von der Gleichstromquelle **44** an den Plus-Anschluss des Komparators **43** ausgegeben. Die Referenzspannung **Vr** ist eine konstante Spannung.

[0043] Falls die aus dem Differenzverstärker **42** ausgegebene Spannung ($= K \cdot r1 \cdot Ia$) kleiner als die Referenzspannung **Vr** ist, das bedeutet, falls der elektrische Laststrom **Ia** kleiner als ein konstanter elektrischer Referenzstrom **Ir** ($= Vr / (K \cdot r1)$) ist, dann gibt der Komparator **43** die Hochpegelspannung von seinem Ausgangsanschluss an den Eingangsanschluss der Latch-Schaltung **45** aus.

[0044] Außerdem gibt, falls die aus dem Differenzverstärker **42** ausgegebene Spannung zumindest die Referenzspannung **Vr** ist, das bedeutet, falls der elektrische Laststrom **Ia** zumindest der elektrische Referenzstrom **Ir** ist, der Komparator **43** dann die Niederpegelspannung von seinem Ausgangsanschluss an den Eingangsanschluss der Latch-Schaltung **45** aus.

[0045] Die Latch-Schaltung **45** gibt die Hochpegelspannung von ihrem Ausgangsanschluss aus, während der Komparator **43** die Hochpegelspannung ausgibt, das bedeutet, während der elektrische Laststrom **Ia** kleiner als der elektrische Referenzstrom **Ir** ist. Zu diesem Zeitpunkt wird die Hochpegelspannung an den anderen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** eingegeben, und der Schalter **46** ist ein.

[0046] Falls die aus dem Komparator **43** ausgegebene Spannung von der Hochpegelspannung auf die Niederpegelspannung umgeschaltet wird, das bedeutet, falls der elektrische Laststrom **Ia** zumindest der elektrische Referenzstrom **Ir** ist, dann gibt die Latch-Schaltung **45** die Niederpegelspannung von ihrem Ausgangsanschluss aus. Zu diesem Zeitpunkt wird die Niederpegelspannung an den anderen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** eingegeben, und der Schalter **46** ist aus. Falls der elektrische Laststrom **Ia** zumindest der elektrische Referenzstrom **Ir** ist, werden somit die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** unabhängig vom Betrieb des Mikrocontrollers **5** ausgeschaltet.

[0047] Nachdem die aus dem Komparator **43** ausgegebene Spannung von der Hochpegelspannung auf die Niederpegelspannung umgeschaltet wird, gibt die Latch-Schaltung **45** unabhängig von der aus dem Komparator **43** ausgegebenen Spannung fortwäh-

rend die Niederpegelspannung aus. In anderen Worten gibt, nachdem der elektrische Laststrom **la** zumindest der elektrische Referenzstrom **lr** ist, die Latch-Schaltung **45** unabhängig vom elektrischen Laststrom **la** fortwährend die Niederpegelspannung aus.

[0048] Der Sensor **47** für elektrischen Strom erfasst einen durch die Umschalterschaltung **2** fließenden elektrischen Schalterstrom **Is** und gibt an den Mikrocontroller **5** eine analoge Information über den elektrischen Strom aus, die den erfassten elektrischen Schalterstrom **Is** angibt. Die Information über den elektrischen Strom ist eine Spannung, die beispielsweise proportional zum elektrischen Schalterstrom **Is** ist. Der Sensor **47** für elektrischen Strom fungiert als eine Erfassungseinheit.

[0049] Ein Verbindungssignal und ein Trennungssignal werden in den Mikrocontroller **5** eingegeben. Der Mikrocontroller **5** gibt die Hochpegelspannung oder die Niederpegelspannung an einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** aus und erdet oder öffnet das andere Ende des Schalters **46** auf der Basis der eingegebenen Signale und der Information über den elektrischen Strom, der vom Sensor **47** für elektrischen Strom erfasst wird.

[0050] Wie oben beschrieben, gibt die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung aus, während der elektrische Laststrom **la** kleiner als der elektrische Referenzstrom **lr** ist. Somit werden die Halbleiterschalter **20a** und **20b** in Abhängigkeit von der aus dem Mikrocontroller **5** ausgegebenen Spannung ein- oder ausgeschaltet, und der Relaiskontakt **30** wird von dem Mikrocontroller **5** ein- oder ausgeschaltet, während der elektrische Laststrom **la** kleiner als der elektrische Referenzstrom **lr** ist.

[0051] Falls der elektrische Laststrom **la** zumindest der elektrische Referenzstrom **lr** ist, gibt die Latch-Schaltung **45** die Niederpegelspannung aus. Demzufolge werden die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** unabhängig vom Betrieb des Mikrocontrollers **5** ausgeschaltet. Nachdem der elektrische Laststrom **la** zumindest der elektrische Referenzstrom **lr** ist, werden die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** unabhängig von dem elektrischen Laststrom **la** und dem Betrieb des Mikrocontrollers **5** aus gehalten.

[0052] Der Mikrocontroller **5** enthält eine Ausgabereinheit **50**, eine A (Analog)/D (Digital)-Wandlereinheit **51**, eine elektrische Stromversorgungseinheit **52**, einen ersten Timer **53**, einen zweiten Timer **54**, Eingabeeinheiten **55** und **56**, eine Speichereinheit **57** und einen Controller **58**. Die Ausgabereinheit **50**, die A/D-Wandlereinheit **51**, die elektrische Stromversorgungseinheit **52**, der erste Timer **53**, der zweite Timer **54**, die Eingabeeinheit **55**, die Speichereinheit **57** und der Controller **58** sind mit einem Bus **59** ver-

bunden. Die Ausgabereinheit **50** ist zusätzlich zum Bus **59** mit einem der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** verbunden. Die A/D-Wandlereinheit **51** ist zusätzlich zum Bus **59** mit der Eingabeeinheit **56** verbunden. Die Eingabeeinheit **56** ist außerdem mit dem Sensor **47** für elektrischen Strom verbunden. Die elektrische Stromversorgungseinheit **52** ist zusätzlich zum Bus **59** mit dem anderen Ende des Schalters **46** verbunden. Die elektrische Stromversorgungseinheit **52** ist geerdet.

[0053] Die Ausgabereinheit **50** gibt die Hochpegelspannung oder die Niederpegelspannung an einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** aus. Die Ausgabereinheit **50** schaltet die an den einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** ausgegebene Spannung in Abhängigkeit von der vom Controller **58** empfangenen Anweisung auf die Hochpegelspannung oder die Niederpegelspannung.

[0054] Die Eingabeeinheit **56** empfängt die analoge Information über den elektrischen Strom von dem Sensor **47** für elektrischen Strom. Die Eingabeeinheit **56** gibt an die A/D-Wandlereinheit **51** die vom Sensor **47** für elektrischen Strom empfangene analoge Information über den elektrischen Strom aus. Die A/D-Wandlereinheit **51** wandelt die von der Eingabeeinheit **56** eingegebene analoge Information über den elektrischen Strom in eine digitale Information über den elektrischen Strom um. Der Controller **58** nimmt von der A/D-Wandlereinheit **51** die digitale Information über den elektrischen Strom auf, die von der A/D-Wandlereinheit **51** umgewandelt wurde. Der elektrische Schalterstrom **Is**, der durch die Information über den elektrischen Strom angegeben wird, die vom Controller **58** aufgenommen wurde, stimmt ungefähr mit dem elektrischen Schalterstrom **Is** überein, der zum Aufnahmezeitpunkt vom Sensor **47** für elektrischen Strom erfasst wurde.

[0055] Die elektrische Stromversorgungseinheit **52** erdet oder öffnet das andere Ende des Schalters **46** in Abhängigkeit von der vom Controller **58** empfangenen Anweisung. Falls die elektrische Stromversorgungseinheit **52** das andere Ende des Schalters **46** in einem Zustand erdet, in dem der Schalter **46** ein ist, wird ein elektrischer Strom an die Relaispule **31** geliefert, und der Relaiskontakt **30** wird eingeschaltet. Falls die elektrische Stromversorgungseinheit **52** das andere Ende des Schalters **46** öffnet, dann wird die Lieferung von elektrischem Strom an die Relaispule **31** gestoppt, und der Relaiskontakt **30** wird ausgeschaltet.

[0056] Ein Verbindungssignal und ein Trennungssignal werden an die Eingabeeinheit **55** eingegeben. Falls das Verbindungssignal oder ein Eingabesignal in die Eingabeeinheit **55** eingegeben werden, benachrichtigt die Eingabeeinheit **55** den Controller **58** hiervon.

[0057] Der erste Timer **53** und der zweite Timer **54** starten und beenden das Zählen einer Zeitspanne in Abhängigkeit von der vom Controller **58** empfangenen Anweisung. Eine vom ersten Timer **53** gezählte erste Zählungsperiode wird vom Controller **58** aus dem ersten Timer **53** ausgelesen. Eine vom zweiten Timer **54** gezählte zweite Zählungsperiode wird vom Controller **58** aus dem zweiten Timer **54** ausgelesen.

[0058] Die Speichereinheit **57** ist ein nichtflüchtiger Speicher. Ein Steuerprogramm **P1** ist in der Speichereinheit **57** gespeichert.

[0059] Der Controller **58** umfasst eine CPU (Central Processing Unit) (nicht gezeigt). Die CPU des Controllers **58** führt eine Verbindungsverarbeitung, eine Trennungsverarbeitung, eine Schalteränderungsverarbeitung und eine Schwellenwertänderungsverarbeitung durch Ausführen des in der Speichereinheit **57** gespeicherten Steuerprogramms **P1** aus. Die Verbindungsverarbeitung ist eine Verarbeitung zum Verbinden der Batterie **11** und der Last **12**. Die Trennungsverarbeitung ist eine Verarbeitung zum Trennen der Verbindung zwischen der Batterie **11** und der Last **12**. Die Schalteränderungsverarbeitung ist eine Verarbeitung zum Ändern des Schalters zum Verbinden der Batterie **11** und der Last **12** von den Halbleiterschaltern **20a** und **20b** zum Relaiskontakt **30**, falls der elektrische Schalterstrom **I_s** zumindest ein Schwellenwert **I_{th}** ist. Die Schwellenwertänderungsverarbeitung ist eine Verarbeitung zum Ändern des bei der Schalteränderungsverarbeitung verwendeten Schwellenwerts **I_{th}**. Das Steuerprogramm **P1** ist ein Computerprogramm zum Veranlassen der CPU des Controllers **58**, die Verbindungsverarbeitung, die Trennungsverarbeitung, die Schalteränderungsverarbeitung und die Schwellenwertänderungsverarbeitung auszuführen.

[0060] Es ist zu beachten, dass das Steuerprogramm **P1** auch in einem Speichermedium **A1** in einer computerlesbaren Weise gespeichert sein kann. In diesem Fall wird das Steuerprogramm **P1**, das von einer Auslesevorrichtung (nicht gezeigt) aus dem Speichermedium **A1** ausgelesen wird, in der Speichereinheit **57** gespeichert. Das Speichermedium **A1** ist beispielsweise eine optische Platte, eine flexible Magnetplatte, eine magnetische Platte, eine magneto-optische Platte oder ein Halbleiterspeicher. Die optische Platte ist beispielsweise eine CD (Compact Disc)-ROM (Read Only Memory), eine DVD (Digital Versatile Disk)-ROM oder eine BD (Blu-ray)-Disk (eingetragene Marke). Die magnetische Platte ist beispielsweise eine Festplatte. Außerdem kann das Steuerprogramm **P1** von einem externen Gerät (nicht gezeigt) heruntergeladen werden, das mit einem Kommunikationsnetzwerk (nicht gezeigt) verbunden ist, und das heruntergeladene Steuerprogramm **P1** kann in der Speichereinheit **57** gespeichert werden.

[0061] In der Speichereinheit **57** sind Status-Flag-Werte gespeichert, die bei der Verbindungsverarbeitung, der Trennungsverarbeitung und der Schalteränderungsverarbeitung verwendet werden.

[0062] Fig. 2 ist eine Tabelle, die die Status-Flags darstellt. Wie in Fig. 2 gezeigt, wenn der Status-Flag-Wert **0** ist, sind die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** aus. Wenn der Status-Flag-Wert **1** ist, sind die Halbleiterschalter **20a** und **20b** ein, und der Relaiskontakt **30** ist aus. Wenn der Status-Flag-Wert **2** ist, sind die Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus, und der Relaiskontakt **30** ist ein. Die in der Speichereinheit **57** gespeicherten Status-Flag-Werte werden vom Controller **58** geändert.

[0063] In der Speichereinheit **57** sind auch Timer-Flag-Werte gespeichert, die bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung verwendet werden. Wenn der Timer-Flag-Wert **0** ist, zählt der erste Timer **53** gerade keine Zeitspanne. Wenn der Timer-Flag-Wert **1** ist, zählt der erste Timer **53** eine Zeitspanne. Der Timer-Flag-Wert wird vom Controller **58** geändert.

[0064] Nachstehend werden die Verbindungsverarbeitung, die Trennungsverarbeitung, die Schalteränderungsverarbeitung und die Schwellenwertänderungsverarbeitung beschrieben. Bei der nachstehenden Beschreibung wird angenommen, dass der elektrische Laststrom **I_a** kleiner als der elektrische Referenzstrom **I_r** ist und die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt. Wie oben beschrieben, wird, falls der elektrische Laststrom **I_a** zumindest der elektrische Referenzstrom **I_r** ist, die aus der Latch-Schaltung **45** ausgegebene Spannung von der Hochpegelspannung auf die Niederpegelspannung umgeschaltet, und die Halbleiterschalter **20a** und **20b** sowie der Relaiskontakt **30** werden unabhängig vom Betrieb des Mikrocontrollers **5** ausgeschaltet.

[0065] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Verbindungsverarbeitung zeigt. Der Controller **58** führt die Verbindungsverarbeitung jedes Mal dann aus, wenn das Verbindungssignal in die Eingabeeinheit **55** eingegeben wird. Das Verbindungssignal wird in die Eingabeeinheit **55** in einem Zustand eingegeben, in dem die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** aus sind.

[0066] Bei der Verbindungsverarbeitung veranlasst zunächst der Controller **58** die Treiberschaltung **40**, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** einzuschalten (Schritt **S1**). Genauer gesagt weist der Controller **58** die Ausgabeeinheit **50** an, die aus der Ausgabeeinheit **50** an den einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** ausgegebene Spannung auf die Hochpegelspannung umzuschalten. Da die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt, gibt die UND-Schaltung **41** die aus der Ausgabeeinheit **50** ausgegebene Spannung direkt aus, und die Treiber-

schaltung **40** schaltet die Halbleiterschalter **20a** und **20b** ein. Wenn der Controller **58** den Schritt **S1** beendet hat, sind die Halbleiterschalter **20a** und **20b** ein, und der Relaiskontakt **30** ist aus.

[0067] Nach dem Ausführen von Schritt **S1** setzt der Controller **58** den Status-Flag-Wert auf 1 (Schritt **S2**) und beendet die Verbindungsverarbeitung.

[0068] Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Trennungsverarbeitung zeigt. Der Controller **58** führt die Trennungsverarbeitung jedes Mal dann aus, wenn das Trennungssignal in die Eingabeeinheit **55** eingegeben wird. Zunächst veranlasst der Controller **58** die Treiberschaltung **40**, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** auszuschalten (Schritt **S11**). Genauer gesagt weist der Controller **58** die Ausgabeeinheit **50** an, die aus der Ausgabeeinheit **50** an den einen der Eingangsanschlüsse der UND-Schaltung **41** ausgegebene Spannung auf die Niederpegelspannung umzuschalten. Da die Latch-Schaltung **45** die Hochpegelspannung ausgibt, gibt die UND-Schaltung **41** die aus der Ausgabeschaltung **50** ausgegebene Spannung direkt an die Treiberschaltung **40** aus, und die Treiberschaltung **40** schaltet die Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus.

[0069] Als nächstes weist der Controller **58** die elektrische Stromversorgungseinheit **52** an, den Relaiskontakt **30** auszuschalten (Schritt **S12**). Genauer gesagt öffnet die elektrische Stromversorgungseinheit **52** das andere Ende des Schalters **46**.

[0070] Dementsprechend stoppt die Lieferung von elektrischem Strom an die Relaispule **31**, und der Relaiskontakt **30** wird ausgeschaltet.

[0071] Danach ändert der Controller **58** den Status-Flag-Wert auf 0 (Schritt **S13**) und beendet die Trennungsverarbeitung.

[0072] Fig. 5 ist ein Flussdiagramm, das eine Prozedur der Schwellenwertänderungsverarbeitung zeigt. Der Controller **58** führt die Schwellenwertänderungsverarbeitung zyklisch aus. Die Schwellenwertinformation, die den Schwellenwert I_{th} angibt, ist in der Speichereinheit **57** gespeichert. Bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung stellt der Controller **58** den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert I_{th} auf verschiedene elektrische Ströme ein.

[0073] Eine erste Zeitspanne **T1**, eine zweite Zeitspanne **T2** und eine dritte Zeitspanne **T3**, die später beschrieben werden, sind konstant und werden in der Speichereinheit vorab gespeichert. Die zweite Zeitspanne **T2** ist länger als die erste Zeitspanne **T1**, und die dritte Zeitspanne **T3** ist länger als die zweite Zeitspanne **T2** (vergleiche Fig. 6).

[0074] In ähnlicher Weise sind ein erster elektrischer Strom **I1**, ein zweiter elektrischer Strom **I2**, ein dritter elektrischer Strom **I3** und ein vierter elektrischer Strom **I4**, die später beschrieben werden, ebenfalls konstant und werden vorab in der Speichereinheit **57** gespeichert. Der zweite elektrische Strom **I2** ist kleiner als der erste elektrische Strom **I1**, der dritte elektrische Strom **I3** ist kleiner als der zweite elektrische Strom **I2**, und der vierte elektrische Strom **I4** ist kleiner als der dritte elektrische Strom **I3** (vergleiche Fig. 6).

[0075] Der erste elektrische Strom **I1** ist kleiner als der elektrische Referenzstrom I_r . Wie oben beschrieben, wird der elektrische Referenzstrom I_r mit dem elektrischen Laststrom I_a verglichen. Falls der elektrische Laststrom I_a zumindest der elektrische Referenzstrom I_r ist, gibt die Latch-Schaltung **45** die Niederpegelspannung aus.

[0076] Bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung nimmt der Controller **58** zunächst die Information über den elektrischen Strom von der A/D-Wandlereinheit **51** auf (Schritt **S21**) auf und ermittelt, ob ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt oder nicht (Schritt **S22**). Falls genauer gesagt der elektrische Schalterstrom I_s , der durch die in Schritt **S21** aufgenommene Information über den elektrischen Strom angegeben wird, 0 (A) übersteigt, dann legt der Controller **58** fest, dass ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt. Falls der elektrische Schalterstrom I_s , der durch die in Schritt **S21** aufgenommene Information über den elektrischen Strom angegeben wird, 0 (A) ist, dann legt der Controller **58** fest, dass kein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt.

[0077] Falls der Controller **58** festgelegt hat, dass kein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt (Schritt **S22**: NEIN), dann weist der Controller **58** den ersten Timer **53** an, das Zählen einer Zeitspanne zu beenden (Schritt **S23**). Demzufolge beendet der erste Timer **53** das Zählen einer Zeitspanne. Falls der erste Timer **53** gerade keine Zeitspanne zählt, geht der Controller **58** weiter zur Verarbeitung von Schritt **S24**, ohne den Schritt **S23** auszuführen.

[0078] Nach dem Ausführen von Schritt **S23** setzt der Controller **58** den Timer-Flag-Wert auf 0 (Schritt **S24**) und stellt den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert I_{th} auf den elektrischen Referenzstrom I_r ein (Schritt **S25**). Danach beendet der Controller **58** die Schwellenwertänderungsverarbeitung.

[0079] Falls der Controller **58** festgelegt hat, dass kein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt (Schritt **S22**: JA), dann ermittelt der Controller **58**, ob der Timer-Flag-Wert **0** ist oder nicht (Schritt **S26**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der

Timer-Flag-Wert **0** ist, das bedeutet, falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der erste Timer **53** gerade keine Zeitspanne zählt (Schritt **S26**: JA), dann weist der Controller **58** den ersten Timer **53** an, das Zählen einer Zeitspanne zu starten (Schritt **S27**). Dem entsprechend beginnt der erste Timer **53** das Zählen einer Zeitspanne. Nach dem Ausführen von Schritt **S27** setzt der Controller **58** den Timer-Flag-Wert auf **1** (Schritt **S28**).

[0080] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Timer-Flag-Wert nicht **0** ist, das bedeutet, falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Timer-Flag-Wert **1** ist (Schritt **S26**: NEIN), oder nach dem Ausführen von Schritt **S28** ermittelt der Controller **58** dann, ob die erste Zählungsperiode, die gerade vom ersten Timer **53** gezählt wird, kleiner als die erste Zeitspanne **T1** ist oder nicht (Schritt **S29**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die erste Zählungsperiode kleiner als die erste Zeitspanne **T1** ist (Schritt **S29**: JA), dann stellt der Controller **58** den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** auf den ersten elektrischen Strom **I1** ein (Schritt **S30**) und beendet die Schwellenwertänderungsverarbeitung.

[0081] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die erste Zählungsperiode zumindest die erste Zeitspanne **T1** ist (Schritt **S29**: NEIN), dann ermittelt der Controller **58**, ob die erste Zählungsperiode kleiner als die zweite Zeitspanne **T2** ($> T1$) ist oder nicht (Schritt **S31**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die erste Zählungsperiode kleiner als die Zeitspanne **T2** ist (Schritt **S31**: JA), dann stellt der Controller **58** den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** auf den zweiten elektrischen Strom **I2** ($< I1$) ein (Schritt **S32**) und beendet die Schwellenwertänderungsverarbeitung.

[0082] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die erste Zählungsperiode zumindest die zweite Zeitspanne **T2** ist (Schritt **S31**: NEIN), dann ermittelt der Controller **58**, ob die erste Zählungsperiode kleiner als die dritte Zeitspanne **T3** ($> T2$) ist oder nicht (Schritt **S33**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die erste Zählungsperiode kleiner als die dritte Zeitspanne **T3** ist (Schritt **S33**: JA), dann stellt der Controller **58** den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** auf den dritten elektrischen Strom **I3** ($< I2$) ein (Schritt **S34**) und beendet die Schwellenwertänderungsverarbeitung.

[0083] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die erste Zählungsperiode zumindest die dritte Zeitspanne **T3** ist (Schritt **S33**: NEIN), dann stellt der Controller **58** den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** auf den vierten elektrischen Strom **I4** ($< I3$) ein (Schritt **S35**) und beendet die Schwellenwertänderungsverarbeitung.

[0084] Es ist zu beachten, dass, falls der Controller **58** einen der Schritte **S30**, **S32**, **S34** und **S35** ausführt und die Schwellenwertänderungsverarbeitung beendet, der erste Timer **53** fortfährt, eine Zeitspanne zu zählen, und der Timer-Flag-Wert bei **1** gehalten wird. Das bedeutet, der erste Timer **53** zählt weiterhin eine Zeitspanne, bis der durch die Umschalterschaltung **2** fließende elektrische Schalterstrom **Is 0** (A) erreicht.

[0085] Fig. 6 ist ein Graph, der ein Beispiel der Änderung im Schwellenwert **Ith** zeigt. In Fig. 6 ist die Änderung im Schwellenwert **Ith** durch eine dicke Linie angegeben, und die Änderung im elektrischen Schalterstrom **Is** ist durch eine dünne Linie angegeben. Die vertikale Achse repräsentiert den elektrischen Strom, und die horizontale Achse repräsentiert die Zeit.

[0086] Wie in Fig. 6 gezeigt, wird, falls kein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt, das bedeutet, falls der elektrische Schalterstrom **Is 0** (A) ist, der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** auf den elektrischen Referenzstrom **Ir** eingestellt.

[0087] Falls die Last **12** in einem Zustand aktiviert wird, in dem die Halbleiterschalter **20a** und **20b** ein sind und der Relaiskontakt **30** aus ist, dann fließt ein elektrischer Strom von der positiven Elektrode der Batterie **11** durch die Umschalterschaltung **2** und den Widerstand **R1** zu einem Ende der Last **12**, und der elektrische Schalterstrom **Is** übersteigt **0** (A).

[0088] Bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung, die zuerst nach der Aktivierung der Last **12** ausgeführt wird, übersteigt der elektrische Schalterstrom **Is 0** (A), und daher beginnt der erste Timer **53** das Zählen einer Zeitspanne. Wie oben beschrieben, setzt der erste Zähler **53** das Zählen der Zeitspanne fort, bis der elektrische Schalterstrom **Is 0** (A) erreicht. Wie in Fig. 6 gezeigt, wird bei der folgenden Beschreibung angenommen, dass der elektrische Schalterstrom **Is 0** (A) übersteigt.

[0089] Der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** ist auf den ersten elektrischen Strom **I1** eingestellt, während die vom ersten Timer **53** gezählte erste Zählungsperiode, d.h. der verstrichene Zeitabschnitt ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt, kleiner als die erste Zeitspanne **T1** ist.

[0090] Der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** ist auf den zweiten elektrischen Strom **I2** ($< I1$) eingestellt, während der verstrichene Zeitabschnitt zumindest die erste Zeitspanne **T1** ist und weniger als die zweite Zeitspanne **T2** ist.

[0091] Der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** ist auf den dritten elektrischen Strom **I3** ($< I2$) eingestellt, während der verstri-

chene Zeitabschnitt zumindest die zweite Zeitspanne **T2** ist und weniger als die dritte Zeitspanne **T3** ist.

[0092] Falls der verstrichene Zeitabschnitt zumindest die dritte Zeitspanne **T3** ist, ist der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** auf den vierten elektrischen Strom **I4** (< **I3**) eingestellt.

[0093] Wie oben beschrieben, ändert der Controller **58** bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalt-schaltung **2** fließt. Der Controller **58** dient als die Änderungseinheit.

[0094] Die Last **12** besitzt den kleinsten Widerstand, wenn die Lieferung von elektrischem Strom zur Last **12** gestartet wird, und der Widerstand nimmt mit zunehmender Dauer der Zeitspanne, während der elektrischer Strom an die Last **12** geliefert wird, zu. Nachdem der Widerstand der Last **12** einen vorbestimmten Wert erreicht hat, wird der Widerstand der Last **12** auf dem vorbestimmten Wert stabilisiert, solange weiterhin elektrischer Strom an die Last **12** geliefert wird. Daher fließt, wie in **Fig. 6** gezeigt, unmittelbar nach der Aktivierung der Last **12** ein Einschaltstoßstrom durch die Umschalt-schaltung **2**, und dann ist der elektrische Schalterstrom **Is** stabilisiert.

[0095] Bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung ist der Schwellenwert **Ith** hoch, wenn die Last **12** aktiviert wird. Der Schwellenwert **Ith** nimmt dann im Zeitverlauf ab. Somit wird ermöglicht, dass ein unmittelbar nach der Aktivierung der Last **12** erzeugter Einschaltstoßstrom durch die Umschalt-schaltung **2** fließen kann. Nachdem der Einschaltstoßstrom geflossen ist, wird verhindert, dass ein elektrischer Strom ähnlich wie der Einschaltstoßstrom durch die Umschalt-schaltung **2** fließt.

[0096] Falls der elektrische Schalterstrom **Is** **0** (A) ist, dann veranlasst der Controller **58** den ersten Timer **53**, das Zählen einer Zeitspanne zu beenden, und stellt den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** auf den elektrischen Referenzstrom **I_r** ein.

[0097] Es ist zu beachten, dass, falls der elektrische Schalterstrom **Is** zumindest der elektrische Referenzstrom **I_r** ist, auch der elektrische Laststrom **I_a** zumindest der elektrische Referenzstrom **I_r** ist, und daher werden die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** unabhängig vom Betrieb des Mikrocontrollers **5** ausgeschaltet.

[0098] Die **Fig. 7** und **Fig. 8** sind Flussdiagramme, die eine Prozedur der Schalteränderungsver-

arbeitung zeigen. Der Controller **58** führt zyklisch die Schalteränderungsverarbeitung aus. Ein auf die Schalteränderungsverarbeitung bezogener Zyklus stimmt vorzugsweise mit einem auf die Schwellenwertänderungsverarbeitung bezogenen Zyklus überein, und die Schalteränderungsverarbeitung wird vorzugsweise unmittelbar nach dem Ausführen der Schwellenwertänderungsverarbeitung ausgeführt.

[0099] Die Speichereinheit **57** speichert Periodeninformation, die eine Halteperiode **Pk** angibt, während der die Halbleiterschalter **20a** und **20b** auf aus gehalten werden und der Relaiskontakt **30** auf ein gehalten wird. Die durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode **Pk** wird vom Controller **58** auf verschiedene Perioden eingestellt.

[0100] Bei der Schalteränderungsverarbeitung ermittelt der Controller **58** zunächst, ob der Status-Flag-Wert **0** ist oder nicht (Schritt **S41**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Status-Flag-Wert **0** ist (Schritt **S41**: JA), dann weist der Controller **58** den zweiten Timer **54** an, das Zählen einer Zeitspanne zu beenden (Schritt **S42**). Dementsprechend beendet der zweite Timer **54** das Zählen einer Zeitspanne. Nach dem Ausführen von Schritt **S42** beendet der Controller **58** die Schalteränderungsverarbeitung. Falls der zweite Timer **54** gerade keine Zeitspanne zählt, wenn der Controller **58** ermittelt hat, dass der Status-Flag-Wert **0** ist, dann beendet der Controller **58** die Schalteränderungsverarbeitung, ohne den Schritt **S42** auszuführen.

[0101] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Status-Flag-Wert nicht **0** ist (Schritt **S41**: NEIN), dann ermittelt der Controller **58**, ob der Status-Flag-Wert **2** ist oder nicht (Schritt **S43**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Status-Flag-Wert nicht **2** ist, das bedeutet, falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Status-Flag-Wert **1** ist (Schritt **S43**: NEIN), dann nimmt der Controller **58** Information über elektrischen Strom von der A/D-Wandlereinheit **51** auf (Schritt **S44**) und ermittelt, ob der durch die aufgenommene Information über elektrischen Strom angegebene elektrische Schalterstrom **Is** zumindest der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** ist (Schritt **S45**). Der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** wird in der Schwellenwertänderungsverarbeitung geändert und daher auf den elektrischen Referenzstrom **I_r**, den ersten elektrischen Strom **I1**, den zweiten elektrischen Strom **I2**, den dritten elektrischen Strom **I3** oder den vierten elektrischen Strom **I4** eingestellt. Der Controller **58** fungiert auch als die Ermittlungseinheit.

[0102] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der elektrische Schalterstrom **Is** kleiner als der Schwellenwert **Ith** ist (Schritt **S45**: NEIN), dann beendet der Controller **58** die Schalteränderungsverarbeitung.

[0103] Es ist zu beachten, dass, falls der Schwellenwert I_{th} auf den elektrischen Referenzstrom I_r eingestellt ist, der Controller **58** in Schritt **S45** nicht ermittelt, dass der elektrische Schalterstrom I_s zumindest der Schwellenwert I_{th} ist. Falls der elektrische Schalterstrom I_s zumindest der Schwellenwert I_{th} ist, wird sofort die aus der Latch-Schaltung **45** ausgegebene Spannung von der Hochpegelspannung auf die Niederpegelspannung umgeschaltet, und die Halbleiterschalter **20a** und **20b** sowie der Relaiskontakt **30** werden unabhängig vom Betrieb des Mikrocontrollers **5** ausgeschaltet. Falls die Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus sind, ist der elektrische Schalterstrom I_s **0** (A) und ist niedriger als der elektrische Referenzstrom I_r .

[0104] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der elektrische Schalterstrom I_s zumindest der Schwellenwert I_{th} ist (Schritt **S45**: JA), dann weist der Controller **58** die elektrische Stromversorgungseinheit **52** an, den Relaiskontakt **30** einzuschalten (Schritt **S46**). Genauer gesagt erdet die elektrische Stromversorgungseinheit **52** das andere Ende des Schalters **46**. Die Latch-Schaltung **45** gibt die Hochpegelspannung aus, und der Schalter **46** ist ein. Falls die elektrische Stromversorgungseinheit **52** das andere Ende des Schalters **46** erdet, wird somit ein elektrischer Strom an die Relaispule **31** geliefert, und der Relaiskontakt **30** wird eingeschaltet. Nach dem Ausführen von Schritt **S46** veranlasst der Controller **58** ähnlich wie bei Schritt **S11** der Trennungsverarbeitung die Treiberschaltung **40**, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** auszuschalten (Schritt **S47**). Ein Schalter zum Verbinden der Batterie **11** und der Last **12** wird durch das Ausführen der Schritte **S46** und **S47** durch den Controller **58** von den Halbleiterschaltern **20a** und **20b** zu dem Relaiskontakt **30** geändert. Die Treiberschaltung **40** und die elektrische Stromversorgungseinheit **52** dienen als Umschaltseinheiten.

[0105] Nach dem Ausführen von Schritt **S47** stellt der Controller **58** eine durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode P_s ein. Die Speichereinheit **57** speichert Perioden, die als die Halteperiode P_s einzustellen sind, zusammen mit elektrischen Strömen, die als der Schwellenwert I_{th} einzustellen sind. Der Controller **58** stellt die Halteperiode P_s auf der Basis dieser Korrespondenzbeziehung und des bei der Ermittlung in Schritt **S45** verwendeten Schwellenwerts I_{th} ein.

[0106] Fig. 9 ist eine Tabelle, die eine Korrespondenzbeziehung zwischen dem Schwellenwert und der Halteperiode zeigt. Die Speichereinheit **57** speichert die erste Periode **P1**, die zweite Periode **P2**, die dritte Periode **P3** und die vierte Periode **P4** in Verknüpfung mit dem ersten elektrischen Strom **I1**, mit dem zweiten elektrischen Strom **I2**, mit dem dritten elektrischen Strom **I3** bzw. dem vierten elektrischen Strom **I4**. Die erste Periode **P1**, die zweite Periode

P2, die dritte Periode **P3** und die vierte Periode **P4** sind jeweils konstant. Die zweite Periode **P2** ist kürzer als die erste Periode, die dritte Periode **P3** ist kürzer als die zweite Periode **P2**, und die vierte Periode **P4** ist kürzer als die dritte Periode **P3**.

[0107] In Schritt **S48** stellt der Controller **58** die durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode P_s auf den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert I_{th} ein, das bedeutet, eine Periode entsprechend dem bei der Ermittlung in Schritt **S45** verwendeten Schwellenwert I_{th} . Falls beispielsweise der bei der Ermittlung in Schritt **S45** verwendete Schwellenwert I_{th} auf den ersten elektrischen Strom **I1** eingestellt wird, dann stellt der Controller **58** in Schritt **S48** die durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode P_s auf die erste Periode **P1** ein. Der Controller **58** dient auch als eine Einstellungseinheit.

[0108] Nach dem Ausführen von Schritt **S48** weist der Controller **58** den zweiten Timer **54** an, das Zählen einer Zeitspanne zu beginnen (Schritt **S49**). Dementsprechend beginnt der zweite Timer **54**, eine Zeitspanne zu zählen. Nach dem Ausführen von Schritt **S49** setzt der Controller **58** den Status-Flag-Wert auf 2 (Schritt **S50**). Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Status-Flag-Wert 2 ist (Schritt **S43**: JA), oder nach dem Ausführen von Schritt **S50** ermittelt der Controller **58** dann, ob die vom zweiten Timer **54** gezählte zweite Zählungsperiode zumindest die durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode P_s ist oder nicht (Schritt **S51**).

[0109] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die zweite Zählungsperiode kürzer als die Halteperiode P_s ist (Schritt **S51**: NEIN), dann beendet der Controller **58** die Schalteränderungsverarbeitung in einem Zustand, in dem der zweite Timer **54** weiterhin eine Zeitspanne zählt. Der zweite Timer **54** zählt weiterhin eine Zeitspanne, und Schritt **S51** der Schalteränderungsverarbeitung wird wiederholt ausgeführt, solange der Status-Flag-Wert bei 2 gehalten wird. Bevor die zweite Zählungsperiode zumindest die Halteperiode P_s ist, wird die Trennungsverarbeitung ausgeführt, und falls der Status-Flag-Wert 0 ist, wird Schritt **S42** des Schalteränderungsverfahrens ausgeführt, und der zweite Timer **54** beendet das Zählen einer Zeitspanne.

[0110] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass die zweite Zählungsperiode zumindest die Halteperiode P_s ist (Schritt **S51**: JA), dann weist der Controller **58** den zweiten Timer **54** an, das Zählen einer Zeitspanne zu beenden (Schritt **S52**). Dementsprechend beendet der zweite Timer **54** das Zählen einer Zeitspanne. Als nächstes veranlasst der Controller **58** ähnlich wie bei Schritt **S1** der Verbindungsverarbeitung die Treiberschaltung **40**, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** einzuschalten (Schritt **S53**), und der

Controller **58** weist ähnlich wie bei Schritt **S12** der Trennungsverarbeitung die elektrische Stromversorgungseinheit **52** an, den Relaiskontakt **30** auszuschalten (Schritt **S54**). Ein Schalter zum Verbinden der Batterie **11** und der Last **12** wird durch das Ausführen der Schritte **S53** und **S54** durch den Controller **58** vom Relaiskontakt **30** zu den Halbleiterschaltern **20a** und **20b** geändert. Danach setzt der Controller **58** den Status-Flag-Wert auf 1 (Schritt **S55**) und beendet die Schalteränderungsverarbeitung.

[0111] Wie oben beschrieben, steuert der Controller **58** bei der Verbindungsverarbeitung, der Trennungsverarbeitung und der Schalteränderungsverarbeitung die Stromversorgung über die Umschalterschaltung **2** und den Relaiskontakt **30**, indem er die Treiberschaltung **40** und die elektrische Stromversorgungseinheit **52** veranlasst, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und den Relaiskontakt **30** ein- und auszuschalten.

[0112] Fig. 10 ist ein Graph, der ein Beispiel der Änderung im elektrischen Schalterstrom **Is** zeigt. In Fig. 10 ist ähnlich wie bei Fig. 6 die Änderung im Schwellenwert **Ith** durch eine dicke Linie angegeben, und die Änderung im elektrischen Schalterstrom **Is** ist durch eine dünne Linie angegeben. Die vertikale Achse repräsentiert den elektrischen Strom, und die horizontale Achse repräsentiert die Zeit. Wie bei der Beschreibung der Änderung im Schwellenwert **Ith** unter Bezug auf Fig. 6, wird bei der Schwellenwertänderungsverarbeitung der Schwellenwert **Ith** in Abhängigkeit vom verstrichenen Zeitabschnitt ab dem Zeitpunkt geändert, zu dem ein elektrischer Strom durch die Halbleiterschalter **20a** und **20b** fließt.

[0113] Es wird angenommen, dass der elektrische Schalterstrom **Is** aus verschiedenen Gründen, beispielsweise wegen eines zeitlichen Kontakts zwischen einem Konduktor und einer Zuleitung, die den Drain des Halbleiterschalters **20b** und ein Ende der Last **12** verbindet, zunimmt und zumindest den Schwellenwert erreicht. Zu diesem Zeitpunkt ermittelt der Controller **58** in der Schalteränderungsverarbeitung, dass der elektrische Schalterstrom **Is** zumindest der Schwellenwert **Ith** ist, und der Relaiskontakt **30** wird eingeschaltet und die Halbleiterschalter **20a** und **20b** werden ausgeschaltet. Dementsprechend erreicht der elektrische Schalterstrom **Is** **0** (A), und daher wird in der Schwellenwertänderungsverarbeitung der durch die Schwellenwertinformation angegebene Schwellenwert **Ith** wieder auf den elektrischen Referenzstrom **I_r** gebracht.

[0114] Außerdem stellt bei der Schalteränderungsverarbeitung, falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der elektrische Schalterstrom **Is** zumindest der Schwellenwert **Ith** ist, der Controller **58** dann die Halteperiode **Ps** ein. In dem Beispiel von Fig. 10 wird der Schwellenwert **Ith** auf den dritten elektrischen Strom **I3** eingestellt, wenn ermittelt wird, dass der elektri-

sche Schalterstrom **Is** zumindest der Schwellenwert **Ith** ist. Daher wird die durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode **Ps** auf die dritte Periode **P3** eingestellt (vergleiche Fig. 9).

[0115] Falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der elektrische Schalterstrom **Is** zumindest der Schwellenwert **Ith** ist, dann beginnt der zweite Timer **54** das Zählen einer Zeitspanne. Ab dem Zeitpunkt, zu dem der Controller **58** ermittelt hat, dass der elektrische Schalterstrom **Is** zumindest der Schwellenwert **Ith** ist, bis zum Verstreichen der Halteperiode **Ps** werden die Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus gehalten und der Relaiskontakt **30** ein gehalten, außer wenn das Trennungssignal in die Eingabeeinheit **55** eingegeben wird und die Trennungsverarbeitung ausgeführt wird.

[0116] Falls die Trennungsverarbeitung vor dem Verstreichen der Halteperiode **Ps** ausgeführt wird, werden die Halbleiterschalter **20a** und **20b** und der Relaiskontakt **30** in der Trennungsverarbeitung ausgeschaltet, und der zweite Timer **54** beendet das Zählen einer Zeitspanne in der Schalteränderungsverarbeitung.

[0117] Falls die Halteperiode **Ps** verstrichen ist, werden in der Schalteränderungsverarbeitung die Halbleiterschalter **20a** und **20b** eingeschaltet, und der Relaiskontakt **30** wird ausgeschaltet. Dementsprechend fließt wieder ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2**, und in der Schwellenwertänderungsverarbeitung wird der Schwellenwert **Ith** in Abhängigkeit vom verstrichenen Zeitabschnitt ab dem Zeitpunkt geändert, zu dem der elektrische Strom wieder durch die Umschalterschaltung **2** fließt.

[0118] Falls ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt, nimmt die Temperatur der Umschalterschaltung **2** so lange zu, solange die von den EIN-Widerständen der Halbleiterschalter **20a** und **20b** erzeugte Wärmemenge die von den Halbleiterschaltern **20a** und **20b** abgeleitete Wärmemenge übersteigt. Je größer der elektrische Schalterstrom **Is** ist, desto höher ist die Temperatur der Umschalterschaltung **2**, und je länger die Zeitspanne ist, in der ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt, desto höher ist die Temperatur der Umschalterschaltung **2**. Wie in den Fig. 6 und Fig. 10 gezeigt, wird bei der Stromversorgungssteuervorrichtung **10** der Schwellenwert **Ith** in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt geändert, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt. Genauer gesagt nimmt der Schwellenwert **Ith** umso weiter ab, je länger der verstrichene Zeitabschnitt wird. Somit ist es möglich, mit einer geeigneten Zeitsteuerung den Relaiskontakt **30** einzuschalten und die Halbleiterschalter **20a** und **20b** auszuschalten, beispielsweise zu einem Zeitpunkt, zu dem die Temperatur der Umschalterschaltung **2** un-

gefähr mit einer vorbestimmten Temperatur übereinstimmt.

[0119] Die Halteperiode **Ps** wird in Abhängigkeit vom bei der Ermittlung in Schritt **S45** der Verbindungsänderungsverarbeitung verwendeten Schwellenwert **Ith** eingestellt. Je größer der in Schritt **S45** verwendete Schwellenwert **Ith** ist, desto länger ist genauer gesagt die Halteperiode **Ps**. Daher ist es möglich, in einem Zustand, in dem die Temperatur der Umschalterschaltung **2** ausreichend niedriger als die oben beschriebene vorbestimmte Temperatur ist, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** einzuschalten und den Relaiskontakt **30** auszuschalten.

[0120] Da die Halbleiterschalter **20a** und **20b** FETs sind, sind parasitäre Dioden zwischen den Drains und den Sources der Halbleiterschalter **20a** und **20b** vorhanden. Eine Kathode und eine Anode der parasitären Diode sind mit dem Drain bzw. der Source eines N-Kanal-FETs verbunden. Eine Kathode und eine Anode der parasitären Diode sind mit der Source bzw. dem Drain eines P-Kanal-FETs verbunden. Wie oben beschrieben, sind beide Halbleiterschalter **20a** und **20b** N-Kanal-FETs, und der Drain des Halbleiterschalters **20a** ist mit dem Drain des Halbleiterschalters **20b** verbunden. Selbst wenn die Batterie **11** inkorrekt angeschlossen ist, fließt daher kein elektrischer Strom durch die zwischen den Drains und den Sources der Halbleiterschalter **20a** und **20b** vorhandenen parasitären Dioden, solange die Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus sind.

[0121] Es ist zu beachten, dass die Ausgestaltung der Umschalterschaltung **2** nicht auf eine Konfiguration beschränkt ist, bei der der Drain des Halbleiterschalters **20a** mit dem Drain des Halbleiterschalters **20b** verbunden ist, sondern die Umschalterschaltung **2** beispielsweise auch eine Konfiguration aufweisen kann, bei der die Source des Halbleiterschalters **20a** mit der Source des Halbleiterschalters **20b** verbunden ist. In diesem Fall sind bei den Halbleiterschaltern **20a** und **20b** Objekte, die an deren Drains und Sources anzuschließen sind, vertauscht. Außerdem sollten die Halbleiterschalter **20a** und **20b** vom gleichen Typ von FET sein, und somit können sie auch P-Kanal-FETs sein. Selbst bei einer vorstehend beschriebenen Konfiguration fließt kein elektrischer Strom durch die zwischen den Halbleiterschaltern **20a** und **20b** vorhandenen parasitären Dioden, solange die Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus sind. Falls die Halbleiterschalter **20a** und **20b** P-Kanal-FETs sind, schaltet die Treiberschaltung **40** die Halbleiterschalter **20a** und **20b** durch Reduzieren der Spannungen an den Gates der Halbleiterschalter **20a** und **20b** ein und schaltet die Halbleiterschalter **20a** und **20b** durch Erhöhen der Spannungen an den Gates der Halbleiterschalter **20a** und **20b** aus.

[0122] Außerdem ist die Anzahl an Halbleiterschaltern der Umschalterschaltung **2** nicht auf 2 beschränkt, sondern sie kann auch 1 sein. Falls die Anzahl an Halbleiterschaltern der Umschalterschaltung **2** nur 1 ist, ist der Halbleiterschalter nicht auf einen FET beschränkt, sondern er kann auch beispielsweise ein Bipolartransistor sein. Selbst bei einer derartigen Ausgestaltung ist es möglich, mit einer geeigneten Zeitsteuerung den Relaiskontakt **30** einzuschalten und die Halbleiterschalter **20a** und **20b** auszuschalten sowie in einem Zustand, in dem die Umschalterschaltung **2** eine ausreichend niedrige Temperatur aufweist, die Halbleiterschalter **20a** und **20b** einzuschalten und den Relaiskontakt **30** auszuschalten.

[0123] Außerdem ist die Anzahl an Perioden, die als die Halteperiode **Ps** einzustellen sind, nicht auf 4 beschränkt, sondern sie kann auch 2, 3, 5 oder mehr betragen. Des Weiteren ist das Einstellen der Halteperiode **Ps** nicht auf eine Einstellung unter Verwendung der in **Fig. 9** gezeigten Tabelle beschränkt. Die Halteperiode **Ps** kann auch unter Verwendung einer Berechnungsgleichung eingestellt werden, bei der der Schwellenwert **Ith** als eine Variable verwendet wird. In diesem Fall wird in Schritt **S48** der Schalteränderungsverarbeitung eine Periode durch Einsetzen des durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwerts **Ith** in die Berechnungsgleichung berechnet, und die durch die Periodeninformation angegebene Halteperiode **Ps** wird auf die berechnete Periode eingestellt. Außerdem kann die Halteperiode **Ps** auch fest sein.

[0124] Des Weiteren ist mit Ausnahme des elektrischen Referenzstroms **Ir** die Anzahl an elektrischen Stromwerten, die als der Schwellenwert **Ith** eingestellt werden, nicht auf 4 beschränkt, und sie kann auch 2, 3, 5 oder mehr sein. In diesem Fall ist die Anzahl an mit der ersten Zählungsperiode zu vergleichenden Zeitspannen, wie beispielsweise die erste Zeitspanne **T1** oder die zweite Zeitspanne **T2**, die Anzahl, die durch Subtrahieren von 1 von der Anzahl an elektrischen Stromwerten erhalten wird. Außerdem kann der Schwellenwert **Ith** auch unter Verwendung einer Berechnungsgleichung eingestellt werden, bei der die erste Zählungsperiode, das bedeutet der verstrichene Zeitabschnitt ab dem Zeitpunkt, wenn ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung **2** fließt, als eine Variable verwendet wird. In diesem Fall berechnet der Controller **58** in der Schwellenwertänderungsverarbeitung, falls der Controller **58** ermittelt hat, dass der Timer-Flag-Wert nicht 0 ist (Schritt **S26**: NEIN), oder nach dem Ausführen von Schritt **S28**, einen elektrischen Strom durch Einsetzen der ersten Zählungsperiode in die vorstehend beschriebene Berechnungsgleichung und stellt den durch die Schwellenwertinformation angegebenen Schwellenwert **Ith** auf den berechneten elektrischen Strom ein.

[0125] Außerdem ist die Konfiguration zum Erfassen des elektrischen Schalterstroms **Is** nicht auf die Konfiguration beschränkt, bei der der Sensor **47** für elektrischen Strom verwendet wird, sondern kann auch eine Konfiguration sein, bei der beispielsweise der elektrische Schalterstrom **Is** auf der Basis der Spannung über beiden Enden eines in Serie zur Umschalterschaltung **2** geschalteten Widerstands berechnet wird. In diesem Fall ist der Relaiskontakt **30** parallel zu einer Serienschaltung aus der Umschalterschaltung **2** und dem Widerstand geschaltet, und der Relaiskontakt **30** ist im Wesentlichen parallel zur Umschalterschaltung **2** geschaltet. Ferner ist die Last **12** nicht auf eine Last beschränkt, deren Widerstand ab dem Zeitpunkt allmählich zunimmt, zu dem die Lieferung eines elektrischen Stroms begonnen wird.

[0126] Die offenbarten Ausführungsformen sind in jeglicher Hinsicht als Beispiele und keinesfalls als beschränkend anzusehen. Der Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung ist durch den Schutzzumfang der beigefügten Ansprüche und nicht durch die obige Beschreibung definiert, und alle Änderungen, die unter den wesentlichen Gehalt des Schutzzumfangs der Ansprüche fallen, sind hierin enthalten.

5	Mikrocontroller
50	Ausgabeeinheit
51	A/D-Wandlereinheit
52	Elektrische Stromversorgungseinheit (Teil der Umschalteinheit)
53	Erster Timer
54	Zweiter Timer
55, 56	Eingabeeinheit
57	Speichereinheit
58	Controller (Ermittlungseinheit, Änderungseinheit und Einstelleinheit)
59	Bus
A1	Speichermedium
P1	Steuerprogramm (Computerprogramm)
R1	Widerstand

Bezugszeichenliste

1	Stromversorgungssystem
10	Stromversorgungssteuervorrichtung
11	Batterie
12	Last
2	Umschalterschaltung
20a, 20b	Halbleiterschalter
3	Relais
30	Relaiskontakt
30a	NO-Anschluss
30b	COM-Anschluss
30c	Konduktor
31	Relaisspule
40	Treiberschaltung (Teil der Umschalteinheit)
41	UND-Schaltung
42	Differenzverstärker
43	Komparator
44	Gleichstromquelle
45	Latch-Schaltung
46	Schalter
47	Sensor für elektrischen Strom (Erfassungseinheit)

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 2016105476 [0002]
- JP 5669086 [0004]

Patentansprüche

1. Stromversorgungssteuervorrichtung zum Steuern der Stromversorgung über eine Umschalterschaltung, die einen Halbleiterschalter aufweist, und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt, wobei die Stromversorgungssteuervorrichtung umfasst:

eine Erfassungseinheit zum Erfassen eines durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms;
eine Ermittlungseinheit zum Ermitteln, ob der von der Erfassungseinheit erfasste elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist;

eine Umschalteinheit zum Einschalten des Relaiskontakts und Ausschalten des Halbleiterschalters, falls die Ermittlungseinheit ermittelt hat, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und

eine Änderungseinheit zum Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

2. Stromversorgungssteuervorrichtung nach Anspruch 1, umfassend:

eine Einstelleinheit zum Einstellen einer Periode in Abhängigkeit vom von der Ermittlungseinheit bei der Ermittlung verwendeten Schwellenwert, falls die Ermittlungseinheit ermittelt hat, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist, wobei die Umschalteinheit den Halbleiterschalter einschaltet und den Relaiskontakt ausschaltet, falls die von der Einstelleinheit eingestellte Periode verstrichen ist, nachdem der Relaiskontakt eingeschaltet wurde und der Halbleiterschalter ausgeschaltet wurde.

3. Stromversorgungssteuervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

wobei die Anzahl an Halbleiterschaltern 2 beträgt, die zwei Halbleiterschalter FETs sind, die Source eines der Halbleiterschalter mit der Source des anderen Halbleiterschalters verbunden ist und der Relaiskontakt zwischen die Drains der zwei Halbleiterschalter geschaltet ist.

4. Stromversorgungssteuerverfahren zum Steuern der Stromversorgung über eine Umschalterschaltung, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei das Stromversorgungssteuerverfahren umfasst:

einen Schritt des Erfassens eines durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Stroms;
einen Schritt des Ermitteln, ob der von der Erfassungseinheit erfasste elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der

Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist;

einen Schritt des Einschaltens des Relaiskontakts und Ausschaltens des Halbleiterschalters, falls ermittelt wird, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und

einen Schritt des Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

5. Computerprogramm zum Veranlassen eines Computers, die Stromversorgung über eine Umschalterschaltung zu steuern, die einen Halbleiterschalter und einen parallel zur Umschalterschaltung geschalteten Relaiskontakt aufweist, wobei das Programm den Computer veranlasst auszuführen:

einen Schritt des Aufnehmens von Information über elektrischen Strom, die einen durch die Umschalterschaltung fließenden elektrischen Strom angibt;

einen Schritt des Ermitteln, ob der von der aufgenommenen Information über elektrischen Strom angegebene elektrische Strom zumindest einen Schwellenwert aufweist oder nicht, wenn der Halbleiterschalter ein ist und der Relaiskontakt aus ist;

einen Schritt des Einschaltens des Relaiskontakts und Ausschaltens des Halbleiterschalters, falls ermittelt wird, dass der elektrische Strom zumindest den Schwellenwert aufweist; und

einen Schritt des Ändern des Schwellenwerts in Abhängigkeit von der Länge des verstrichenen Zeitabschnitts ab dem Zeitpunkt, zu dem ein elektrischer Strom durch die Umschalterschaltung fließt.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

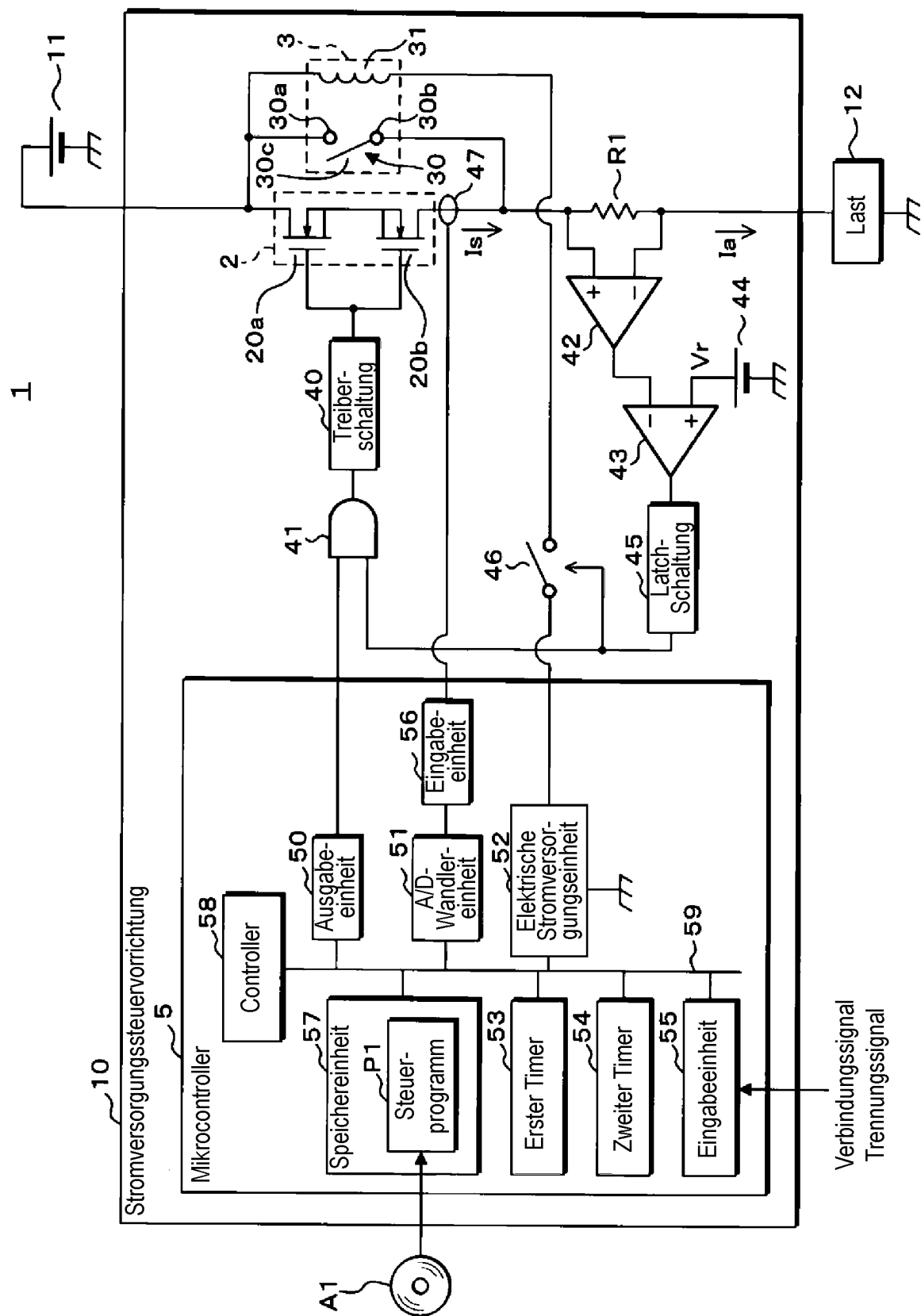


FIG. 2

Status-Flag-Wert	Schalterstatus
0	Halbleiterschalter: AUS Relaiskontakt: AUS
1	Halbleiterschalter: EIN Relaiskontakt: AUS
2	Halbleiterschalter: AUS Relaiskontakt: EIN

FIG. 3

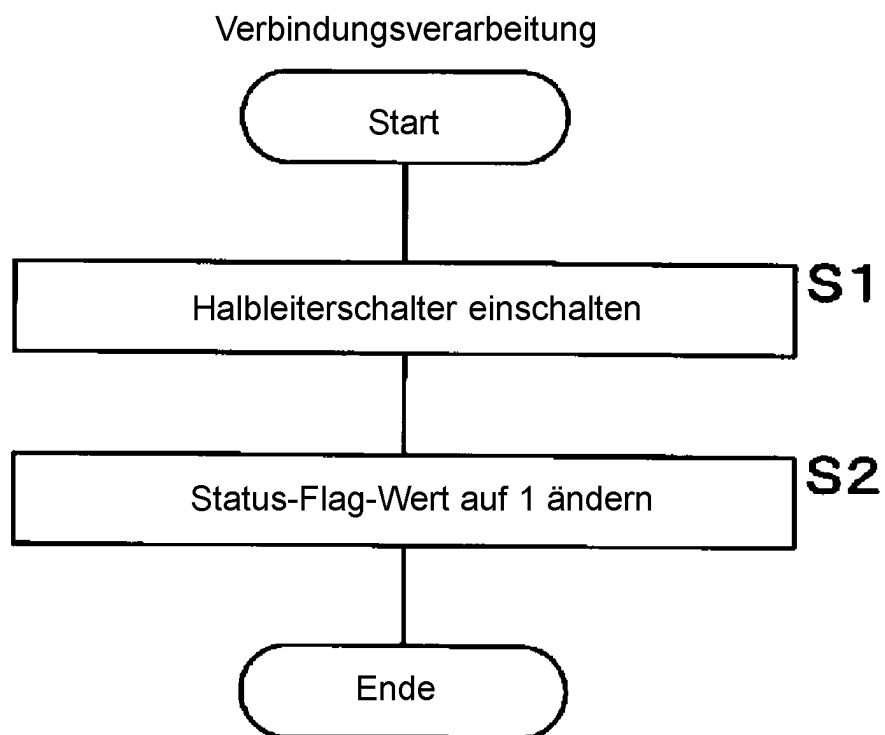


FIG. 4

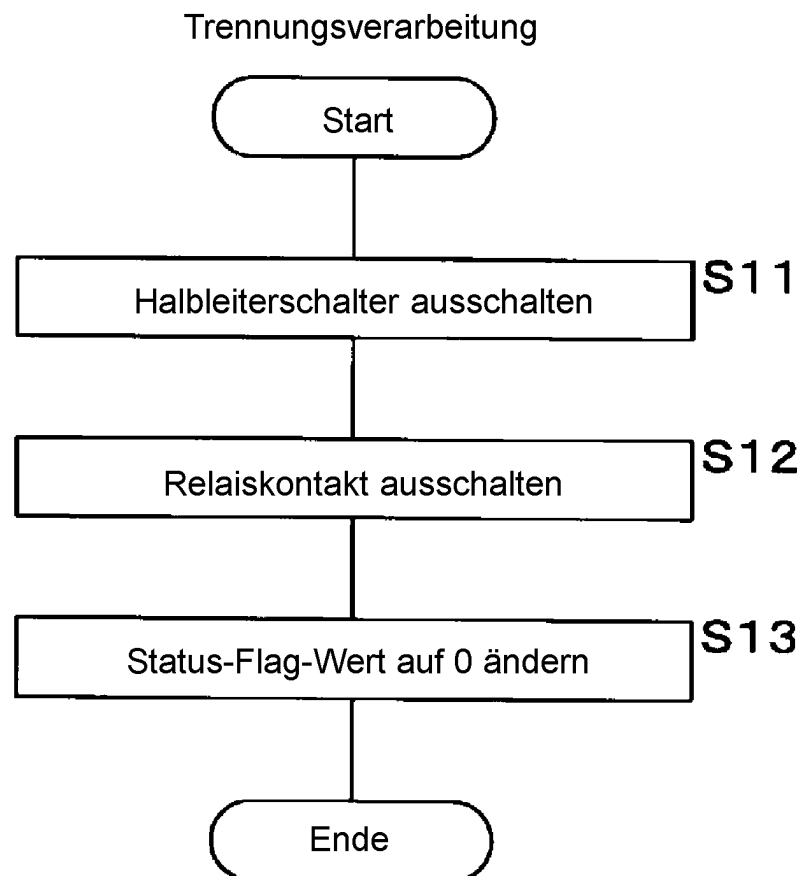


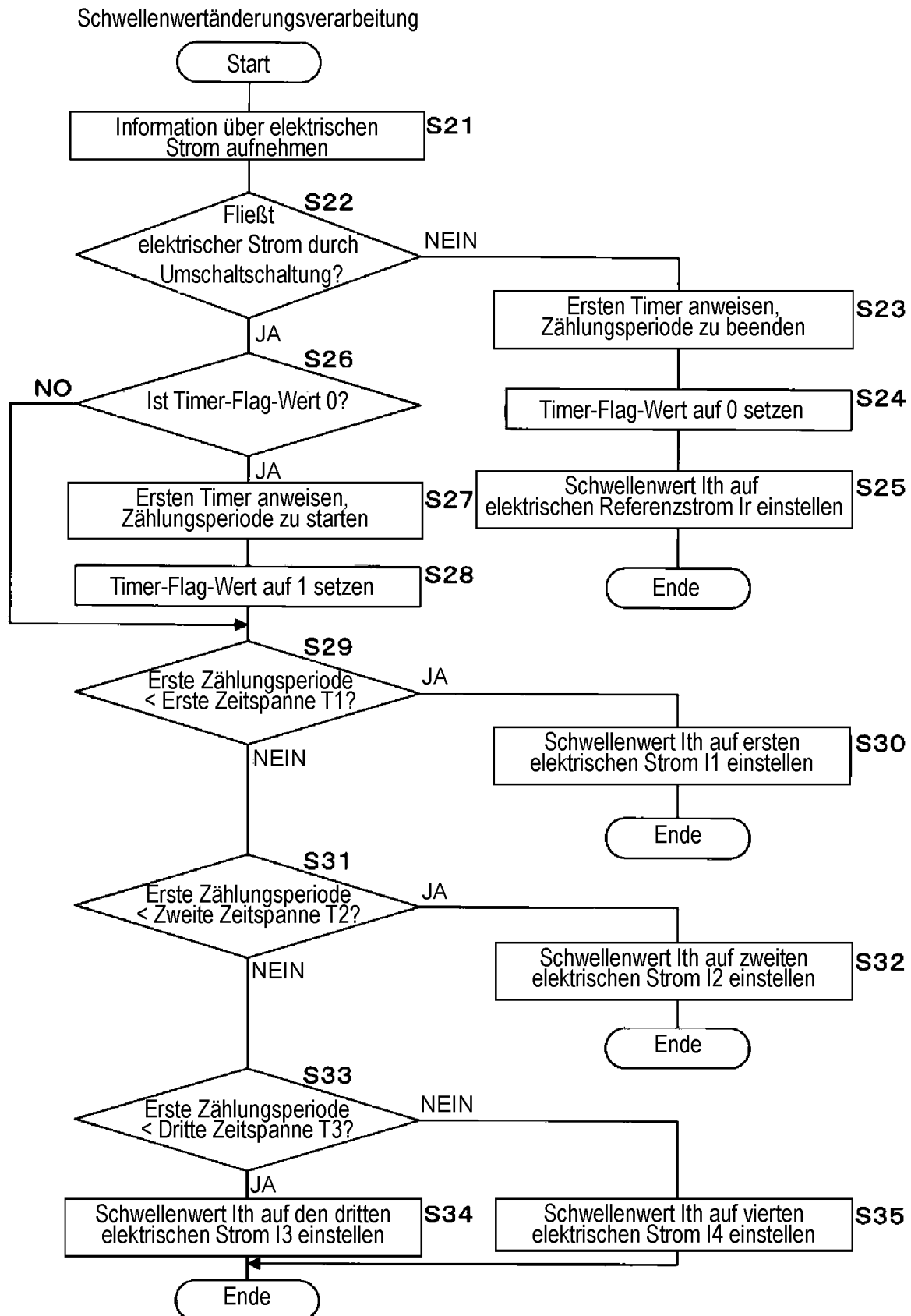
FIG. 5

FIG. 6

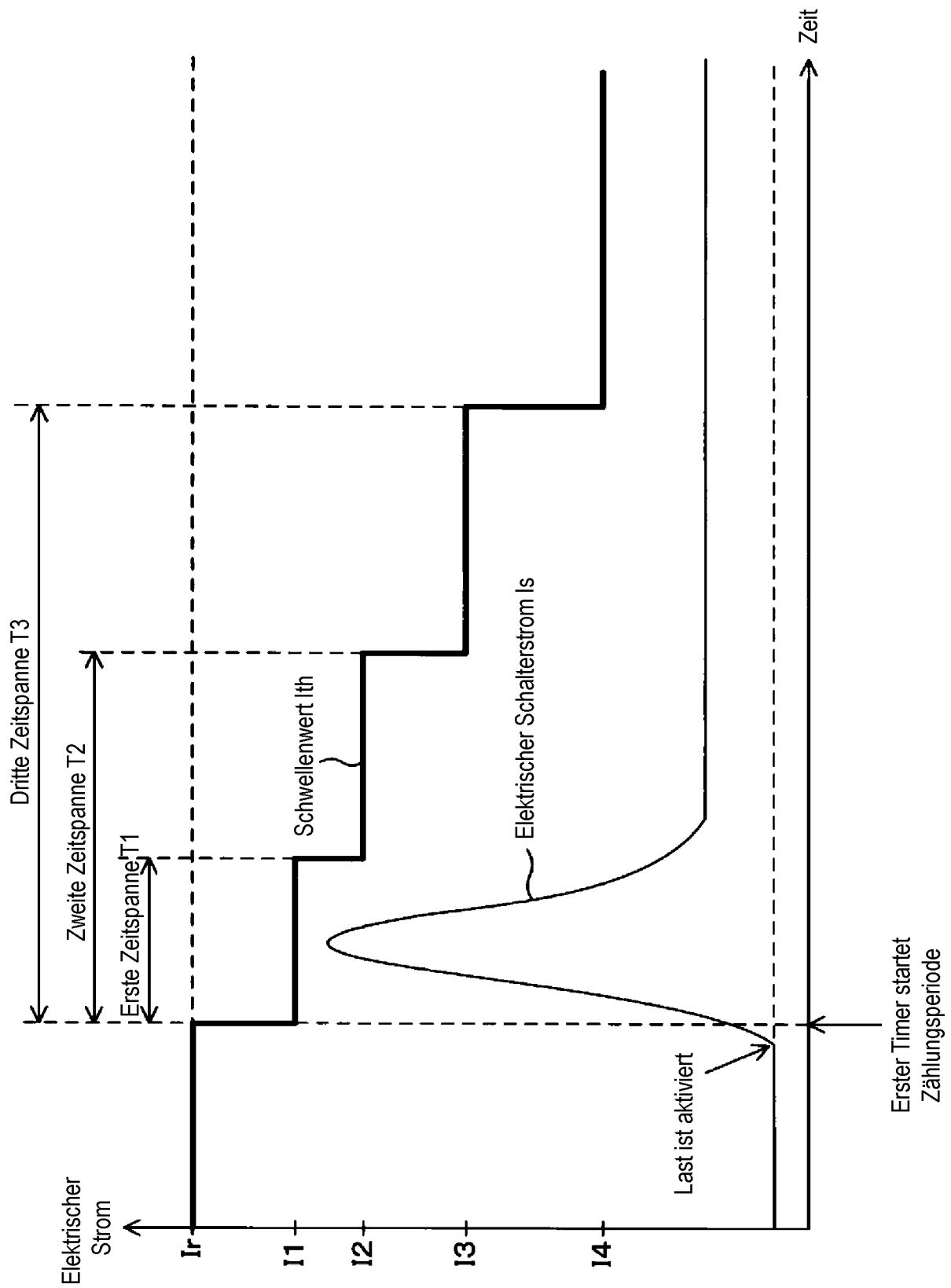


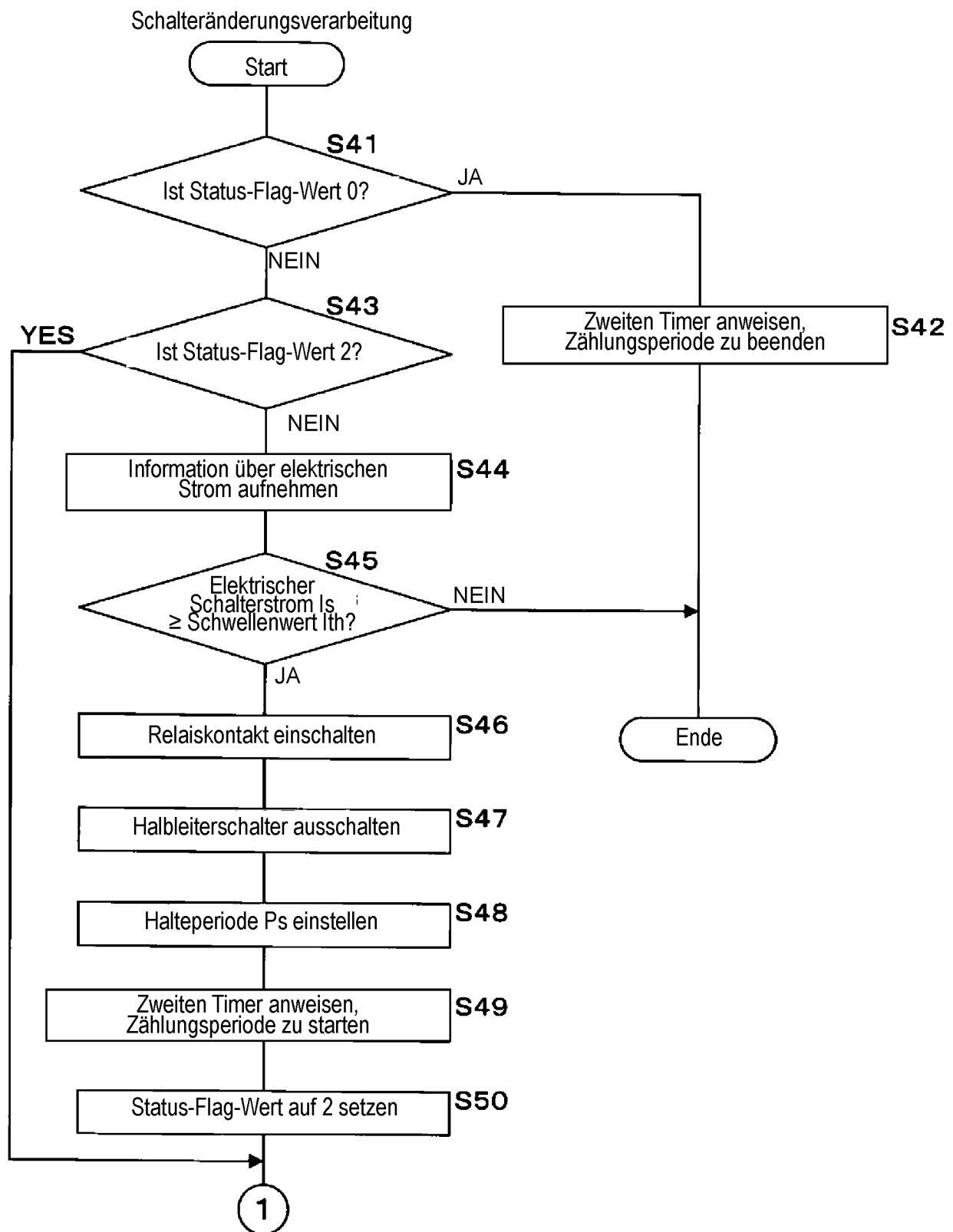
FIG. 7

FIG. 8

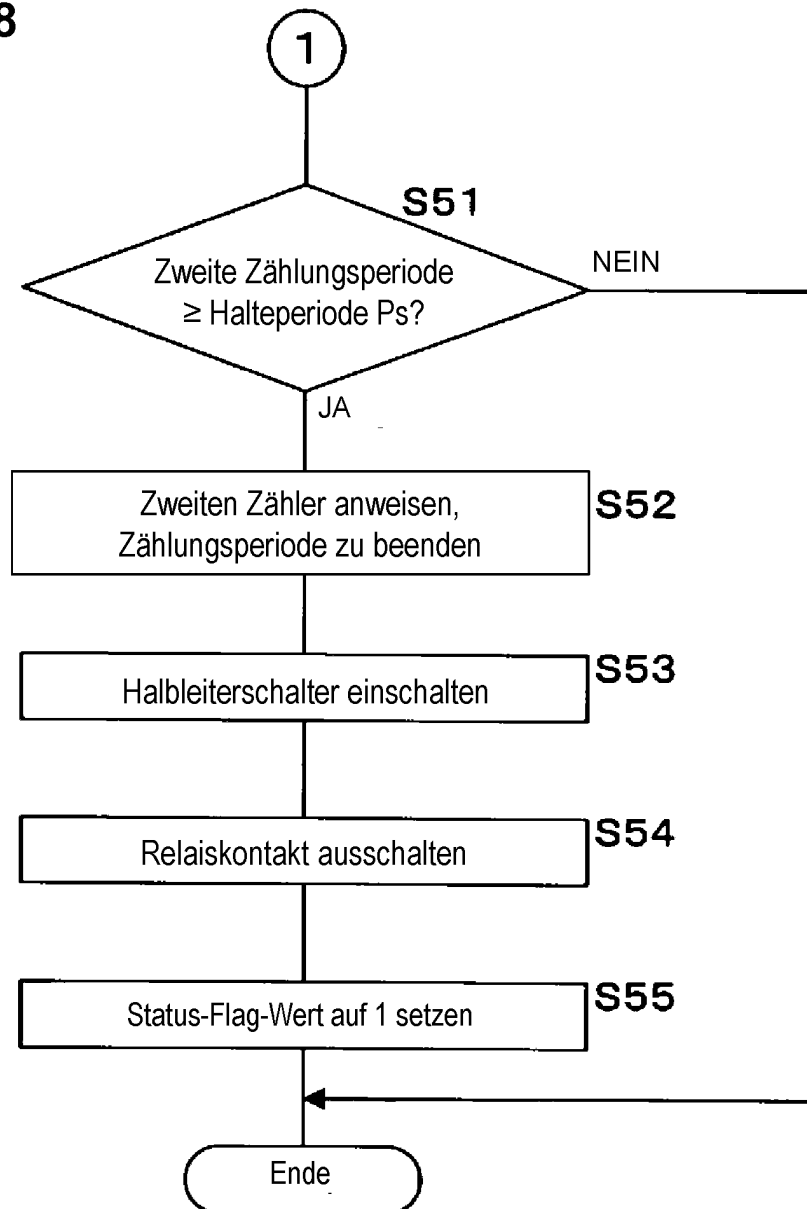


FIG. 9

Schwellenwert I _{th}	Halteperiode P _s
Erster elektrischer Strom I ₁	Erste Periode P ₁
Zweiter elektrischer Strom I ₂	Zweite Periode P ₂
Dritter elektrischer Strom I ₃	Dritte Periode P ₃
Vierter elektrischer Strom I ₄	Vierte Periode P ₄

FIG. 10

