



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 456.4**  
 (22) Anmeldetag: **11.09.2012**  
 (43) Offenlegungstag: **14.03.2013**

(51) Int Cl.: **H02M 3/335 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2011-198635**      **12.09.2011**      **JP**

(71) Anmelder:  
**Denso Corp., Kariya, Aichi, JP**

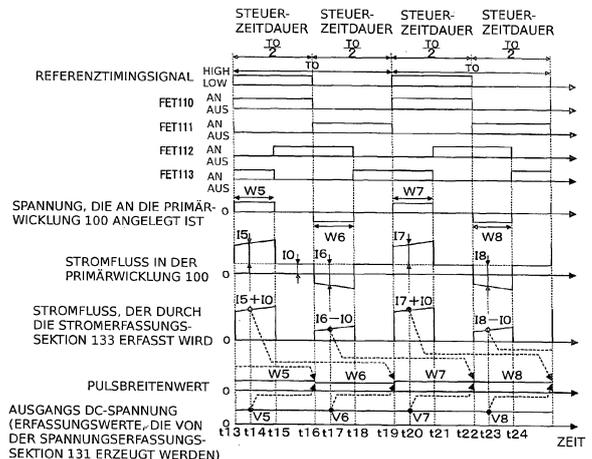
(74) Vertreter:  
**Kuhnen & Wacker Patent- und  
 Rechtsanwaltsbüro, 85354, Freising, DE**

(72) Erfinder:  
**Sakakibara, Hiroyuki, Nishio-city, JP; Sumi,  
 Takashi, Nishio-city, JP; Hayashi, Yuji, Kariya-city,  
 JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Leistungskonverter, der die Unterdrückung eines Bias des magnetischen Flusses in einem Wandler des Konverters ermöglicht**

(57) Zusammenfassung: Bei einem elektrischen Leistungskonverter (1) führt ein Eingangsschaltkreis (11) ein Schalten zum Konvertieren einer Versorgungsspannung einer Leistungsquelle in Spannungspulse mit einer abwechselnden Polarität durch, welche an die Primärwicklung (100) eines Wandlers (10) angelegt werden. Jeder Spannungspuls wird basierend auf einem erfassten Wert des Stromflusses in der Primärwicklung (100) gesteuert (z. B. die Pulsbreite oder Amplitude wird eingestellt), wobei der Wert eine geradzahlige Anzahl von Spannungspulsen vorher erfasst worden ist. Dadurch kann irgendeine DC- bzw Gleichstrom-Komponente des Stromflusses in der Primärwicklung (100), die durch Herstellungsabweichungen zwischen den Schaltelementen (110, 111, 112, 113) in dem Eingangsschaltkreis (11) verursacht wird, unterdrückt werden, und dadurch kann ein Gleichstrom-Flussbias in dem Wandler (10) unterdrückt werden.



## Beschreibung

### Querverweis auf verwandte Anmeldungen

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf und inkludiert hierin durch Bezugnahme die japanische Patentanmeldung Nr. 2011-198635, eingereicht am 12. September 2011.

### Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Leistungsumwandlungsvorrichtung bzw. Leistungskonversionsvorrichtung, welche einen Wandler, wie zum Beispiel einen Gleichstrom-zu-Gleichstrom-Wandler bzw. einen DC-DC Konverter, enthält, welcher eine Eingangs-DC-Spannung in einen unterschiedlichen Wert der DC-Spannung umwandelt.

### Hintergrundtechnologie

**[0003]** Ein elektrischer Leistungskonverter, welcher als DC-DC Konverter arbeitet, wird beispielsweise in dem japanischen Patent mit der Nr. 3615004 beschrieben, welches nachstehend als Dokument D1 bezeichnet wird. Der Leistungskonverter des Dokuments D1, wie zum Beispiel in [Fig. 2](#) davon gezeigt, enthält einen Wandler mit Primär- und Sekundärwicklungen, einen Konverterschaltkreis, welcher eine DC-Versorgungsspannung von einer Hauptbatterie aufnimmt, einen Gleichrichtungs- und Glättungsschaltkreis, und einen Steuerschaltkreis. Die Ausgangs DC-Spannung von der Vorrichtung wird zugeführt, um eine sekundäre Batterie zu laden. Der Konverterschaltkreis enthält High-Side bzw. überspannungsseitige und Low-Side bzw. unterspannungsseitige Schaltelemente, die durch Signale von dem Steuerschaltkreis gesteuert werden, um Spannungspulse mit einer abwechselnden Polarität als eine AC- bzw. Wechsel-Eingangsspannung an die Primärwicklung des Wandlers anzulegen. Damit wird von der Sekundärwicklung des Wandlers eine abwärts-gewandelte AC-Spannung auf Grund eines AC-Stromflusses in der Primärwicklung erzeugt, und diese wird durch den Gleichrichtungs- und Glättungsschaltkreis in die Ausgangs DC-Spannung konvertiert. Der Steuerschaltkreis steuert die Spannungspulse, die an die Primärwicklung in Übereinstimmung mit der Ausgangs DC-Spannung angelegt werden (z. B. durch Einstellen der Pulsbreite).

**[0004]** Ein Problem, welches mit einem solchen Typ eines Schaltkreises auftritt, ist dasjenige, das der AC-Strom, der in die Primärwicklung des Wandlers fließt, eine DC-Komponente enthalten kann, welche auf den AC-Strom überlagert ist, falls es Abweichungen zwischen den Arbeitscharakteristiken von bestimmten Schaltelementen in dem Eingangsschaltkreis, wie zum Beispiel Halbleiter-Schaltvorrichtungen, auf Grund von Herstellungsungenauigkeiten gibt. In dem

magnetischen Fluss des Wandlers wird damit ein DC-Flussbias bzw. eine Einseitigkeit des DC-Flusses erzeugt. Falls der Strom beispielsweise eine DC-Komponente mit einer positiven Polarität enthält, dann wird jeder Strompuls mit einer positiven Polarität um eine Amplitude des Wertes der DC-Komponente erhöht, während in gleicher Weise jeder Strompuls mit einer negativen Polarität um eine Amplitude in der gleichen Höhe verringert wird.

**[0005]** Es wäre möglich, eine solche DC-Komponente durch das Anwenden einer geeigneten Negativ-Feedback-Stromsteuerung zu unterdrücken. Das heißt, dass beispielsweise in dem Fall des Auftretens einer DC-Komponente mit einer positiven Polarität jeder Spannungspuls mit einer positiven Polarität basierend auf einem vorausgehenden erfassten Wert eines Stroms mit einer positiven Polarität bestimmt werden könnte und jeder Spannungspuls mit einer negativen Polarität entsprechend basierend auf einem vorausgehenden erfassten Wert eines Stromflusses mit einer negativen Polarität bestimmt werden könnte. Der Effekt der DC-Komponente im Erzeugen eines DC-Flussbias könnte dadurch graduell unterdrückt werden.

**[0006]** Wenn allerdings eine digitale Steuerung angewandt wird, tritt das folgende Problem in dem Stand der Technik auf. Im Allgemeinen wird jeder Spannungspuls, der an die Primärwicklung angelegt wird, basierend auf einem Wert des Stromflusses in der Primärwicklung bestimmt, welche während des unmittelbar vorausgehenden Spannungspulses erfasst wurde. In diesem Fall, wieder unter der Annahme einer DC-Komponente mit einer positiven Polarität, wird jeder Spannungspuls mit einer positiven Polarität basierend auf einem vorausgehenden Strompuls mit einer negativen Polarität gesteuert werden, und jeder Spannungspuls mit einer negativen Polarität wird basierend auf einem vorausgehenden Strompuls mit einer positiven Polarität gesteuert werden. Die DC-Komponente des Primärwicklungsstroms (und daher der DC-Flussbias) wird eher erhöht als verringert werden, wenn in einem solchen Zustand eine Feedbacksteuerung durchgeführt wird.

### Kurzfassung der Erfindung

**[0007]** Daher ist es Ziel, das vorstehende Problem zu lösen, indem eine Leistungskonvertervorrichtung vorgesehen wird, die einen Wandler beinhaltet, wobei, wenn in dem Wandler auf Grund der Effekte der Herstellungsungenauigkeiten von Schaltelementen in der Vorrichtung ein DC-Bias des magnetischen Flusses auftritt, der Flussbias unterdrückt wird.

**[0008]** Bei einem ersten Aspekt sieht die Offenbarung eine Leistungskonvertervorrichtung vor, welche einen Umwandlungsbetrieb einer elektrischen Leistung ausführt, die von einer DC-Leistungsquelle zu-

geführt wird, und welche die resultierende konvertierte elektrische Leistung einer Last zuführt. Die Vorrichtung enthält einen ersten Konversionsschaltkreis, welcher zum Konvertieren einer Ausgangs DC-Spannung der DC-Leistungsquelle in eine AC-Spannung (Serie von Spannungspulsen mit einer wechselnden Polarität) gesteuert wird, welche an eine Primärwicklung des Wandlers angelegt wird. Die Vorrichtung enthält ferner einen Steuerschaltkreis, welcher einen erfassten Wert des Stromflusses in der Primärwicklung während jedem der Spannungspulse erhält und ebenso die fortlaufenden Werte, die den Level der konvertierten elektrischen Leistung angeben, die von der Vorrichtung zugeführt wird, erhält. Der Steuerschaltkreis steuert die Spannungspulse (z. B. stellt die Breite oder Amplitude von jedem Puls ein) basierend auf den erfassten Werten des Stroms und dem angegebenen Level der konvertierten elektrischen Leistung. Genauer gesagt werden die Spannungspulse derart steuert, so dass diese den angegebenen Level der konvertierten elektrischen Leistung bei einem Steuerwert bzw. Befehlswert der Leistung beibehalten. Der Steuerwert der Leistung kann als ein Steuerwert der Ausgangsspannung ausgedrückt werden, welche an die Last angelegt wird.

**[0009]** Die Vorrichtung ist dadurch charakterisiert, dass jeder Spannungspuls basierend auf einem Wert des Stromflusses in der Primärwicklung gesteuert wird, welcher bei einer geradzahigen Mehrzahl von vorhergehenden Spannungspulsen erfasst wurde.

**[0010]** Im Ergebnis kann die Feedbacksteuerung des Spannungspulses die DC-Komponente unterdrücken, wenn eine DC-Komponente in dem Strom auftritt, welcher in die Primärwicklung des Wandlers fließt. Beispielsweise, in dem Fall einer DC-Komponenten mit einer positiven Polarität wird jeder Spannungspuls mit einer positiven Polarität basierend auf einem Level eines Primärwicklungsstroms gesteuert, welcher während eines vorausgehenden Spannungspulses mit einer positiven Polarität geflossen ist, während in ähnlicher Weise jeder Spannungspuls mit einer negativen Polarität basierend auf einem Level eines Primärwicklungsstroms während eines vorausgehenden Spannungspulses mit einer negativen Polarität gesteuert wird. Ein DC-Flussbias in dem Wandler kann dadurch unterdrückt werden.

**[0011]** Um eine solche Feedbacksteuerung zu bewirken, ist der Steuerschaltkreis vorzugsweise derart konfiguriert, dass dieser ein angegebenes Level der konvertierten elektrischen Leistung (z. B. ausgedrückt als eine erfasster Wert der Ausgangsspannung, die der Last zugeführt wird) mit einem Steuerwert vergleicht, der ein erforderliches Level der konvertierten elektrischen Leistung (z. B., einen Steuerwert der Ausgangsspannung, die der Last zugeführt wird) angibt, um einen Steuerwert des Strom basierend auf einem Ergebnis des Vergleichs zu erhal-

ten, und zum Steuern der Spannungspulse basierend auf den Ergebnissen des Vergleichens der erfassten Werte des Stromflusses in der Primärwicklung mit dem Steuerwert des Stroms.

**[0012]** Bei einem anderen Aspekt werden die Werte des Stromflusses in der Primärwicklung vorzugsweise als die jeweiligen Werte des Stromflusses zwischen der Leistungsquelle und dem ersten Konversionsschaltkreis erfasst.

**[0013]** Die Leistungskonvertervorrichtung kann einen DC-zu-DC-Konverter bilden, der einen zweiten Konversionsschaltkreis inkludiert, welcher zwischen der Sekundärwicklung und der Last verbunden ist. Der zweite Konversionsschaltkreis konvertiert eine AC-Spannung, die durch die Sekundärwicklung erzeugt wird, in eine Ausgangs DC-Spannung, welcher der Last zugeführt wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0014]** Es zeigt:

**[0015]** [Fig. 1](#) ein Schaltkreisdiagramm einer Ausführungsform einer Leistungskonvertervorrichtung;

**[0016]** [Fig. 2](#) ein Timingdiagramm zum Beschreiben des Betriebs der Ausführungsform, wenn ein Strom, der in einer Primärwicklung eines Wandlers fließt, keine DC-Komponente enthält;

**[0017]** [Fig. 3](#) ein Timingdiagramm zum Beschreiben des Betriebs der Ausführungsform, wenn der Strom, der in der Primärwicklung fließt, eine positive DC-Komponente enthält;

**[0018]** [Fig. 4](#) ein Wellenformdiagramm, das eine Unterdrückung eines magnetischen Flusses des Wandlers der Ausführungsform darstellt.

#### Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen

**[0019]** [Fig. 1](#) zeigt eine Ausführungsform einer Leistungskonvertierungsvorrichtung, welche ein DC-zu-DC Konverter zur Installation in einem motorisierten Fahrzeug ist und durch das Bezugszeichen **1** bezeichnet wird. Die Ausführungsform sieht eine Hochspannungs-DC-Versorgung vor, die von der Fahrzeugbatterie durch das Verwenden eines Wandlers und einer Gleichrichtung isoliert ist, um die Batteriespannung in einer abwärts-gewandelte DC-Spannung zu konvertieren.

**[0020]** In [Fig. 1](#) gibt jeder Punkt bei den Wicklungen eines Wandlers **10** den Start einer entsprechenden Wicklung des Wandlers an. Die Pfeilsymbole bei der Primärwicklung geben die Polaritäten der Spannungspulse an, die an diese Wicklung angelegt werden.

**[0021]** Der DC-zu-DC Konverter **1** ist ein Vollbrücken-Konverter, welcher die Spannung einer Batterie B1, die als eine DC-Leistungsquelle dient, in eine Ausgangs DC-Spannung konvertiert, die einer elektronischen Einrichtung S1 zugeführt wird, welche in dem Fahrzeug installiert ist, während die elektronische Einrichtung S1 von der Batterie B1 isoliert ist. Wie gezeigt, enthält der DC-zu-DC Konverter **1** einen eingangsseitigen Schaltkreis **11**, einen Wandler **10** mit einer Primärwicklung **100** und einem Paar von Sekundärwicklungen **101**, **102**, einen ausgangsseitigen Schaltkreis **12** und Steuerschaltkreis **13**.

**[0022]** Der Wandler **10** führt eine Abwärtswandlung einer AC-Spannung durch, die an dessen Primärwicklung **100** angelegt wird, und erzeugt eine abwärtsgewandelte AC-Spannung der Sekundärwicklungen **101**, **102**. Jede der Sekundärwicklungen **101**, **102** weist eine kleinere Anzahl von Windungen als die Primärwicklung **100** auf.

**[0023]** Der eingangsseitige Schaltkreis **11** ist zwischen dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** und der Batterie B1 verbunden, und dient zum Konvertieren der DC-Spannung der Batterie B1 in eine AC-Spannung (Spannungspulse mit abwechselnder Polarität), die an die Primärwicklung **100** angelegt wird. Bei dem eingangsseitigen Schaltkreis **11** arbeiten vier FETs (Feldeffekttransistoren) **110** bis **113** als jeweilige Schaltvorrichtungen zum Konvertieren der DC-Spannung der Batterie B1 in die AC-Spannung, die an die Primärwicklung **100** angelegt wird. Die FETs **110** und **111** sind in Serie geschaltet, so wie die FETs **112**, **113**. Genauer gesagt sind die Source-Anschlüsse der FETs **110**, **112** jeweils mit den Drain-Anschlüssen der FETs **111**, **113** verbunden, und die zwei in Serie verbundenen Paare von FETs **110**, **111** und **112**, **113** sind parallel mit der Batterie B1 verbunden. Die Drain-Anschlüsse der FETs **110**, **112** sind jeweils mit dem Anschluss mit der positiven Polarität der Batterie B1 verbunden und die Source-Anschlüsse der FETs **111**, **113** sind jeweils mit dem Anschluss mit der negativen Polarität der Batterie B1 verbunden.

**[0024]** Der ausgangsseitige Schaltkreis **12** ist ein Gleichrichtungs- und Glättungsschaltkreis, welcher die Ausgangs AC-Spannung von dem Wandler **10** in die Ausgangs DC-Spannung konvertiert. Der ausgangsseitige Schaltkreis **12** enthält Dioden **120**, **121**, eine Spule **122** und einen Kondensator **123**. Die Anoden der Dioden **120**, **121** sind jeweils mit dem startenden Ende der Sekundärwicklung **101** und dem finalen Ende der Sekundärwicklung **102** verbunden, während die Katoden der Dioden **120**, **121** gemeinsam über die Spule **122** mit dem Anschluss mit der positiven Polarität der elektronischen Einrichtung S1 verbunden sind.

**[0025]** Ein Anschluss des Kondensators **123** ist mit dem Ende der Spule **122** verbunden, welche mit dem

Anschluss mit der positiven Polarität der elektronischen Einrichtung S1 verbunden ist. Der andere Anschluss des Kondensators **123** ist mit der Verbindung der Sekundärwicklungen **101**, **102** und mit dem Anschluss mit der negativen Polarität der elektronischen Einrichtung S1 verbunden.

**[0026]** Der Steuerschaltkreis **13** steuert den eingangsseitigen Schaltkreis **11** derart, so dass dieser bei einem Steuerwert die Ausgangs DC-Spannung von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** erhält. Genauer gesagt, bestimmt der Schaltkreis **13** die jeweiligen Pulsbreiten der Spannungspulse mit der abwechselnden positiven Polarität und negativen Polarität, die an die Primärwicklung **100** angelegt werden, indem die Schalttimings der FETs **110** bis **113** gesteuert werden. Der Steuerschaltkreis **13** bestimmt damit die Werte des Stromflusses in der Primärwicklung **100**.

**[0027]** Die Breite von jedem Spannungspuls wird basierend auf dem Wert des Ausgangs DC-Spannung, die von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** erzeugt wird, und basierend auf einem Wert des Stroms, welcher in der Primärwicklung **100** während eines Spannungspulses, welcher zwei Spannungspulszeitdauern vorher aufgetreten ist, geflossen ist, bestimmt. Der Steuerschaltkreis **13** enthält fünf Schaltkreisblöcke, die jeweils als eine Spannungsbefehlssektion **130**, eine Spannungserfassungssektion **131**, eine Fehlerverstärkersektion **132**, eine Stromerfassungssektion **133**, und eine Steuersektion **134** bezeichnet werden.

**[0028]** Die Spannungsbefehlssektion **130** erzeugt ein Spannungsbefehlssignal, das einen Steuerwert einer Ausgangs DC-Spannung von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** ausdrückt. Das Spannungsbefehlssignal wird in die Fehlerverstärkersektion **132** zusammen mit einem Spannungserfassungssignal eingegeben, welches von der Spannungserfassungssektion **133** erzeugt wird, und welches den Wert der Ausgangs DC-Spannung ausdrückt, die von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** erzeugt wird.

**[0029]** Die Fehlerverstärkersektion **132** erhält den Unterschied zwischen jedem erfassten Wert der Ausgangs DC-Spannung und dem Steuerwert der Spannung, verstärkt den Betrag des Unterschieds (d. h., die Feedback-Fehlergröße), und leitet einen Steuerwert des Stroms basierend auf dem verstärkten Unterschiedsbetrag ab. Der Steuerwert des Stroms wird durch ein Strombefehlssignal ausgedrückt, welches der Steuersektion **134** von der Fehlerverstärkersektion **132** zugeführt wird. Genauer gesagt, erzeugt die Fehlerverstärkersektion **132** das Strombefehlssignal basierend auf einer proportionalen Integration der fortlaufenden Beträge des Unterschieds zwischen den Spannungswerten, die durch die Spannungser-

fassungssektion **131** erfasst werden, und dem Steuer Spannungswert.

**[0030]** Die Stromerfassungssektion **133** empfängt von einem Stromsensor **14** ein Abtastsignal zum Erzeugen eines Stromerfassungssignals, das der Steuersektion **134** zugeführt wird. Das Stromerfassungssignal drückt den Level des Eingangsstroms aus, welcher dem eingangsseitigem Schaltkreis von der Batterie B1 zugeführt wird, d. h., welcher über die FETs **110** und **113** oder über die FETs **111** und **112** zu der Primärwicklung **100** übertragen wird. Basierend auf diesem Stromerfassungssignal erhält die Steuersektion **134** die erfassten Stromwerte, die den jeweiligen Zeitpunkten entsprechen, wie nachstehend beschrieben.

**[0031]** Die Steuersektion **134** legt an die jeweiligen Gates der FETs **110** bis **113** Steuer signale an. Die Steuersektion **134** steuert damit die Spannungspulse mit der wechselnden Polarität, welche an die Primärwicklung **100** angelegt werden, indem das Schalten der FETs **110** bis **113** basierend auf den Unterschieden zwischen den erfassten Stromwerten und dem Steuerwert des Strom gesteuert wird. Genauer gesagt, bestimmt die Steuersektion **134** vor dem Beginn von jedem Spannungspuls die Breite, die für diesen Spannungspuls festgelegt werden soll, basierend auf dem Unterschied zwischen dem Steuerwert des Stroms bei dem Zeitpunkt bzw. der Zeit (dieser Spannungswert wurde während des vorausgehenden Spannungspulses geupdated) und dem Wert des Stromflusses in der Primärwicklung, welcher zwei Spannungspulse vorher erfasst wurde.

**[0032]** Der Betrieb des DC-zu-DC Konverters **1** wird genauer in Bezug auf die Timingdiagramme der **Fig. 2** und **Fig. 3** beschrieben werden. **Fig. 2** stellt den Betrieb dar, wenn der Strom, der in der Primärwicklung **100** fließt, keine DC-Komponente enthält, während des Timingdiagramms der **Fig. 3** den Fall darstellt, bei dem der Strom eine DC-Komponente mit einer positiven Polarität enthält.

**[0033]** Wie in **Fig. 2** gezeigt, führt die Steuersektion **134** ein An-/Ausschalten der FETs **110**, **111** synchron mit einem Referenztimingsignal mit einem Einschaltverhältnis von 50% und einer Periode  $t_0$  bzw. Zeitdauer  $t_0$  durch (wobei jede halbe Periode  $T_r/2$  als eine Steuerperiode bezeichnet wird). Die An-Zustands-(Leit-Zustands-)Intervalle der FETs **110**, **111** werden gemeinsam in der Phase invertiert, die in den fortlaufenden Steuerperioden auftreten. Das Schalten der FETs **112**, **113** wird in ähnlicher Weise synchron mit einem zweiten Timingsignal durchgeführt, das durch eine Phasenverschiebung des Referenztimingsignals um einen variablen Betrag erhalten wird. Der Betrag der Phasenverschiebung bestimmt die relativen Phasenbreiten der Spannungspulse mit der positiven Polarität und der Spannungspulse mit der ne-

gativen Polarität, die an die Primärwicklung **100** angelegt werden. Wie durch die Pfeilsymbole in **Fig. 1** angegeben, ist eine Richtung des Stromflusses durch die Primärwicklung **100** als die Richtung mit der positiven Polarität und die entgegengesetzte Richtung als die Richtung mit der negativen Polarität bezeichnet.

**[0034]** Während des Intervalls  $t_1$  bis  $t_3$  werden die FETs **110** und **113** jeweils in den An-Zustand eingestellt, d. h., ein Spannungspuls mit einer positiven Polarität mit einer Pulsbreite  $W_1$  wird angelegt, welcher einen Stromfluss in der Primärwicklung mit einer positiven Polarität verursacht. Während des Intervalls  $t_4$  bis  $t_6$  werden die FETs **111** und **112** jeweils in den An-Zustand eingestellt, so dass ein Spannungspuls mit einer negativen Polarität mit einer Pulsbreite  $W_2$  angelegt wird, welcher einen Stromfluss in der Primärwicklung **100** mit einer negativen Polarität verursacht. In ähnlicher Weise verursacht während des Intervalls  $t_7$  bis  $t_9$  ein Spannungspuls mit einer positiven Polarität mit einer Pulsbreite  $W_3$  einen Stromfluss mit einer positiven Polarität, und während des Intervalls  $t_{10}$  bis  $t_{12}$  verursacht ein Spannungspuls mit einer negativen Polarität mit einer Pulsbreite  $W_4$  einen Stromfluss mit einer negativen Polarität in der Primärwicklung **100**.

**[0035]** Dadurch werden Spannungspulse mit einer abwechselnden Polarität an die Primärwicklung **100** als eine AC-Spannung angelegt. Eine abwärtsgewandelte AC-Spannung wird von den Sekundärwicklungen **101**, **102** abgegeben, welche in dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** gleichgerichtet und geglättet wird und der elektronischen Einrichtung S1 als die Ausgangs DC-Spannung zugeführt wird.

**[0036]** Bei dem Beispiel von **Fig. 2** werden die erfassten Stromwerte ( $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ ,  $I_4$ , ...) durch die Stromerfassungssektion **133** bei jeweiligen Zeitpunkten ( $t_2$ ,  $t_5$ ,  $t_8$ ,  $t_{11}$ , ...) während der Spannungspulse mit den jeweiligen Pulsbreiten  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ ,  $W_4$  abgeleitet. Jeder dieser Zeitpunkte ist derart vorbestimmt, dass dieser in Bezug auf den Start des entsprechenden Spannungspulses um einen Betrag verzögert ist, welcher ein fester Anteil der Pulsbreite ist. Auf diese Weise könnte beispielsweise das Intervall von  $t_1$  bis  $t_2$  als  $1/3$  des Intervalls von  $t_1$  bis  $t_3$  festgelegt werden.

**[0037]** Die Pulsbreite von jedem Spannungspuls wird durch die Steuersektion **134** basierend auf dem Unterschied zwischen einem erfassten Stromwert, welcher zwei Spannungspulse vorher erfasst wurde, und dem Steuerwert des Stroms, welcher während des vorausgehenden Spannungspulses upgedated wurde (d. h., in Übereinstimmung mit einem Wert einer Ausgangs-DC-Spannung, welche durch die Spannungserfassungssektion **131** während des vorausgehenden Spannungspulses erfasst wurde), bestimmt. Beispielsweise wird die Pulsbreite  $W_3$  des

Spannungspulses mit der positiven Polarität, welcher bei dem Zeitpunkt  $t_7$  beginnt, basierend auf einem Unterschied zwischen einem Wert des primären Wicklungsstroms ( $I_1$ ), welcher bei dem Zeitpunkt  $t_2$  erfasst wurde, und einem Steuerwert des Stroms, welcher in Übereinstimmung mit einem Spannungswert, der bei dem Zeitpunkt  $t_5$  erfasst wurde, upgedated wurde, bestimmt. Auf diese Weise wurde der erfasste Stromwert ( $I_1$ ) während eines Spannungspulses erfasst, welcher zwei Spannungspulse vorher aufgetreten ist.

**[0038]** In ähnlicher Weise bestimmt die Steuersektion **134** bei dem Zeitpunkt  $t_{10}$  die Pulsbreite  $W_4$  eines Spannungspulses mit einer negativen Polarität basierend auf einem Wert eines primären Wicklungsstroms ( $I_2$ ), welcher bei dem Zeitpunkt  $t_5$  erfasst wurde, und einem Steuerwert des Stroms, welcher in Übereinstimmung mit einem Ausgangs-DC-Spannungswert, welcher bei dem Zeitpunkt  $t_8$  erfasst wird, upgedated wurde.

**[0039]** Allerdings, falls es Abweichungen zwischen den Charakteristiken der FETs **110** bis **113** gibt, kann der AC-Strom, der in der Primärwicklung **100** fließt, eine DC-Komponente enthalten. Dadurch wird ein DC-Flussbias in der Primärwicklung **100** erzeugt.

**[0040]** Dies wird durch das Timing-Diagramm der **Fig. 3** dargestellt, welches ein Beispiel des Betriebs der Ausführungsform zeigt, wenn die AC-Spannung, die an die Primärwicklung **100** angelegt wird, eine DC-Komponente mit einer positiven Polarität enthält, welche als  $I_0$  bezeichnet ist. Hier wird die Pulsbreite  $W_7$  bei dem Zeitpunkt  $t_{19}$  basierend auf der Ausgangs-DC-Spannung von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** bei dem Zeitpunkt  $t_{17}$  und ein Wert des Stromflusses in der Primärwicklung **100** bei dem Zeitpunkt  $t_{14}$  bestimmt. Auf diese Weise wird die Breite des Spannungspulses mit der positiven Polarität, der bei dem Zeitpunkt  $t_{19}$  beginnt, basierend auf einem Wert eines Stroms mit einer positiven Polarität ( $I_5 + I_0$ ) bestimmt, welcher zwei Spannungspulse vorher erfasst wurde und welcher um einen Betrag erhöht wurde, der gleich der DC-Komponente mit der positiven Polarität ist.

**[0041]** In ähnlicher Weise wird die Pulsbreite  $W_8$  bei dem Zeitpunkt  $t_{22}$  basierend auf der Ausgangs-DC-Spannung von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** bei dem Zeitpunkt  $t_{20}$  und ein Wert des Stromflusses in der Primärwicklung **100** bei dem Zeitpunkt  $t_{17}$  bestimmt. Auf diese Weise wird die Breite des Spannungspulses mit der negativen Polarität, der bei dem Zeitpunkt  $t_{22}$  beginnt, basierend auf einem Wert des Stroms mit der negativen Polarität ( $I_6 - I_0$ ), welcher zwei Spannungspulse vorher erfasst wurde und welcher um einen Betrag verringert wurde, der gleich der DC-Komponente mit der positiven Polarität ist, bestimmt.

**[0042]** Dies wird fortgeführt, bis letztendlich die DC-Stromkomponente unterdrückt wird, und der DC-Flussbias in dem Wandler **10** dadurch unterdrückt wird.

**[0043]** **Fig. 4** zeigt ein Beispiel der Schwankung des magnetischen Flusses des Wandlers **10**, wenn es Abweichungen zwischen den Charakteristiken der FETs **110** bis **113** gibt und diese Abweichungen andernfalls einen DC-Flussbias erzeugen würden. **Fig. 4** zeigt, wie der DC-Flussbias durch den Betrieb der Ausführungsform unterdrückt wird.

**[0044]** Die durch die vorstehende Ausführungsform erhaltenen Effekte werden in dem Nachstehenden zusammengefasst.

**[0045]** Zunächst wird bei der vorstehenden Ausführungsform die Breite von jedem Spannungspuls mit der positiven Polarität (welcher an die Primärwicklung **100** des Wandlers **10** angelegt wird) basierend auf einem vorhergehend erfassten Wert eines Stromflusses mit einer positiven Polarität in der Primärwicklung **100** bestimmt. In ähnlicher Weise wird die Breite von jedem Spannungspuls mit einer negativen Polarität basierend auf einem vorhergehend erfassten Stromfluss mit einer negativen Polarität in der Primärwicklung **100** bestimmt. Dies ermöglicht die Unterdrückung des DC-Flussbias in dem Wandler **10**, welcher aus den Abweichungen zwischen den Charakteristiken der FETs **110** bis **113** resultieren könnte.

**[0046]** Außerdem bestimmt bei der vorstehenden Ausführungsform der Steuerschaltkreis **13** einen Steuerwert des Stroms basierend auf einem Ergebnis des Vergleichens eines erfassten Werts der Ausgangs-DC-Spannung von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** mit einem Steuerwert dieser Spannung, und bestimmt die Breite von jedem Spannungspuls basierend auf einem Ergebnis des Vergleichens eines erfassten Wertes des Stromflusses in der Primärwicklung **100** mit dem Steuerwert des Stroms. Daher werden die Breiten der Spannungspulse, die an die Primärwicklung **100** angelegt werden, zuverlässig basierend auf den erfassten Werten der Ausgangs-DC-Spannung und den erfassten Werten des Stromflusses in der Primärwicklung **100** bestimmt.

**[0047]** Außerdem leitet bei der vorstehenden Ausführungsform der Steuerschaltkreis **13** Werte des Stromflusses in der Primärwicklung **100** basierend auf erfassten Werten des Stroms, welcher dem eingangsseitigen Schaltkreis **11** von der DC-Leistungsquelle (Batterie  $B_1$ ) zugeführt wird, d. h., dem Strom, welcher zu der Primärwicklung **100** durchläuft, ab. Daher können die Werte des Stromflusses in der Primärwicklung **100** zuverlässig erfasst werden.

**[0048]** Bei der vorstehenden Ausführungsform wird die Breite von jedem Spannungspuls, der an die Pri-

märwicklung **100** angelegt wird, basierend auf einem Wert des Stroms, der in der Primärwicklung **100** fließt, welcher bei einem Zeitpunkt erfasst wird, welcher zwei Spannungspulse vorher auftritt, bestimmt. Allerdings wird angemerkt, dass die Erfindung nicht auf dies beschränkt ist, und es wäre gleichermaßen möglich, einen Wert des Stroms zu nutzen, welcher bei einem Zeitpunkt erfasst wurde, welcher vier Spannungspulse vorher aufgetreten ist. Die essentielle Anforderung ist die, dass der Strom während einem Spannungspuls, welcher eine gerade Anzahl von Spannungspulsen vorher aufgetreten ist, erfasst wird. Falls die Anzahl größer als zwei gemacht wird, wird sich der Erfassungsdelat bzw. die Erfassungsverzögerung (d. h., die Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt des Erfassens des Stroms und dem Zeitpunkt, bei dem der erfasste Wert angewandt wird, um die Spannungspulsbreite zu bestimmen) entsprechend erhöhen. Daher kann es eine niedrigere Geschwindigkeit der Steuerantwort in Bezug auf die Änderungen in dem Strom, welcher in der Primärwicklung **100** fließt, geben. Allerdings kann diese Verringerung der Steuerantwortgeschwindigkeit durch das Verringern der Verstärkung der Stromfeedbacksteuerung vermieden werden.

**[0049]** Bei der vorstehenden Ausführungsform konvertiert der ausgangsseitige Schaltkreis **12** die AC-Spannung von der Sekundärwicklung eines Wandlers in eine DC-Spannung, welche einer Last zugeführt wird. Allerdings wäre es gleichermaßen möglich, die Erfindung auf eine Leistungskonvertiervorrichtung anzuwenden, bei der ein Ausgangsschaltkreis die AC-Spannung, die an eine Primärwicklung eines Wandlers angelegt wird, in eine unterschiedliche Frequenz der AC-Spannung konvertiert.

**[0050]** Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform eine Proportional-Integral-(PI)-Steuerung basierend auf den Unterschieden zwischen den erfassten Werten der Ausgangs-DC-Spannung und einem Steuerwert der Spannung angewandt, um einen Steuerwert des Stroms zu bestimmen, und die Steuerung der Spannungspulse, die an die Wandlerprimärwicklung angelegt werden, wird basierend auf den Unterschieden zwischen den erfassten Werten des Stromflusses in der Primärwicklung und dem Steuerwert des Stroms ausgeführt. Allerdings ist es nicht essentiell, die Proportional-Integral-Steuerung anzuwenden, und es wäre beispielsweise gleichermaßen möglich, eine Proportional-Integral-Differential-(PID)-Steuerung anzuwenden.

**[0051]** Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform die Steuerung der Spannungspulse, die an die Primärwicklung **100** angelegt werden, durch die Steuereinheit **13** durch die Variation der Pulsbreite der Spannungspulse mit der festen Amplitude durchgeführt. Allerdings wäre es möglich, den gleichen Effekt durch eine Amplitudenvariation der Spannungs-

pulse mit einer festen Breite oder durch eine Variation der Dichte auf der Zeitachse der Spannungspulse mit einer festen Breite und einer festen Amplitude zu erzielen.

**[0052]** Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform die AC-Spannung, die an die Primärwicklung **100** angelegt wird, durch eine Konversion einer DC-Spannung von einer DC-Leistungsquelle erhalten. Allerdings wäre es für die AC-Spannung, die an die Primärwicklung des Wandlers angelegt wird, gleichermaßen möglich, durch die Konversion der Frequenz oder Amplitude einer unterschiedlichen AC-Spannung abgeleitet zu werden.

**[0053]** Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform die vorbestimmte Ausgangs-DC-Spannung von der Leistungskonvertiervorrichtung einer elektronischen Einrichtung zugeführt. Allerdings wäre die Erfindung beispielsweise auf eine Leistungskonvertiervorrichtung anwendbar, welche Leistung mit einer vorbestimmten DC-Spannung zum Laden einer Sekundärbatterie zuzuführt.

**[0054]** Außerdem wird bei der vorstehenden Ausführungsform der eingangsseitige Schaltkreis **11** basierend auf (in Verbindung mit den erfassten Werten des Stromflusses in der Primärwicklung **100**) dem Wert der Ausgangs-DC-Spannung gesteuert, die von dem ausgangsseitigen Schaltkreis **12** einer elektrischen Last zugeführt wird. Unter der Annahme, dass die Last im Wesentlichen resistiv ist, ist der erfasste DC-Spannungswert indikativ für den Wert der konvertierten elektrischen Leistung, die der Last zugeführt wird, wobei in diesem Fall angenommen werden kann, dass der Steuerwert der Spannung einen Steuerwert der konvertierten elektrischen Ausgangsleistung bildet. Die Erfindung könnte gleichermaßen auf eine Leistungskonvertiervorrichtung angewandt werden, bei welcher der AC-Spannungsausgang von der Sekundärwicklung des Wandlers direkt einer Last zugeführt wird, wobei nur eine DC-zu-AC-Leistungskonversion durchgeführt wird. Beispielsweise kann die Ausgangsleistung von der Vorrichtung einer Einrichtung zugeführt werden, welche Wärme erzeugt, wie z. B. eine Induktionsheizeinrichtung. Bei diesem Fall wäre es möglich, den eingangsseitigen Schaltkreis basierend auf den erfassten Werten der Temperatur zu steuern, sowie die erfassten Werte indikativ für den Level der konvertierten elektrischen Leistung sind, die von der Leistungskonvertiervorrichtung zu der Last zugeführt werden. Ein Steuerwert der Temperatur könnte anstelle des Steuerwerts der DC-Spannung der vorstehenden Ausführungsform verwendet werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2011-198635 [0001]
- JP 3615004 [0003]

## Patentansprüche

1. Leistungskonvertervorrichtung (1) zum Ausführen eines Konversionsbetriebs einer elektrischen Leistung, die von einer elektrischen Leistungsquelle zugeführt wird, und zum Zuführen der resultierenden konvertierten elektrischen Leistung zu einer Last, die Vorrichtung aufweisend:

einen Wandler (10) mit einer Primärwicklung (100) und einer Sekundärwicklung (101, 102);

einen ersten Konversionsschaltkreis, der zwischen der elektrischen Leistungsquelle und der Primärwicklung (100) verbunden ist, wobei der erste Konversionsschaltkreis derart konfiguriert ist, dass dieser zum Konvertieren einer Ausgangsspannung der elektrischen Leistungsquelle in eine AC-Spannung, welche Spannungspulse mit einer abwechselnden Polarität aufweist, und zum Anlegen der AC-Spannung an die Primärwicklung (100) steuerbar ist, und

ein Steuerschaltkreis (13), der zum Erfassen eines Werts des Stromflusses in der Primärwicklung (100) während jedem der Spannungspulse, zum Erfassen der fortlaufenden Werte, die indikativ für die konvertierte elektrische Leistung sind, und zum Steuern des ersten Konversionsschaltkreises konfiguriert ist, um die Spannungspulse basierend auf den erfassten Werten des Stroms und auf den erfassten Werten, die indikativ für die konvertierte elektrische Leistung sind, zu bestimmen;

wobei der Steuerschaltkreis (13) jeden der Spannungspulse basierend auf einem Wert des Stromflusses in der Primärwicklung (100) bestimmt, welcher während einem spezifischen vorausgehenden Spannungspuls erfasst wurde, wobei der spezifische vorausgehenden Spannungspuls bei einer geradzahligen Mehrzahl von Spannungspulsen vorher aufgetreten ist.

2. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei der Steuerschaltkreis (13) zum Vergleichen von jedem der erfassten Werte, die indikativ für eine konvertierte elektrische Leistung sind, mit einem Steuerwert, der indikativ für einen erforderlichen Level der konvertierten elektrischen Leistung ist, um einen Steuerwert des Stroms basierend auf einem Ergebnis des Vergleichs zu erhalten, und zum Steuern der Spannungspulse basierend auf den Ergebnissen des Vergleichs der erfassten Werte des Stromflusses in der Primärwicklung (100) mit den Steuerwerten des Stroms konfiguriert ist.

3. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei der Steuerschaltkreis (13) eine Pulsbreitensteuerung oder Pulsamplitudensteuerung der Spannungspulse durchführt.

4. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei die Werte des Stromflusses in der Primärwicklung (100) als die jeweiligen Werte des

Stromflusses zwischen der Leistungsquelle und dem ersten Konversionsschaltkreis erfasst werden.

5. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei die elektrische Leistungsquelle eine DC-Leistungsquelle (B1) aufweist, welche dem ersten Konversionsschaltkreis eine DC-Spannung zuführt.

6. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, aufweisend einen zweiten Konversionsschaltkreis, welcher zwischen der Sekundärwicklung (101, 102) und der Last verbunden ist, wobei der zweite Konversionsschaltkreis zum Konvertieren einer AC-Spannung, die von der Sekundärwicklung (101, 102) erzeugt wird, in eine Ausgangs-DC-Spannung und zum Zuführen der DC-Spannung zu der Last konfiguriert ist.

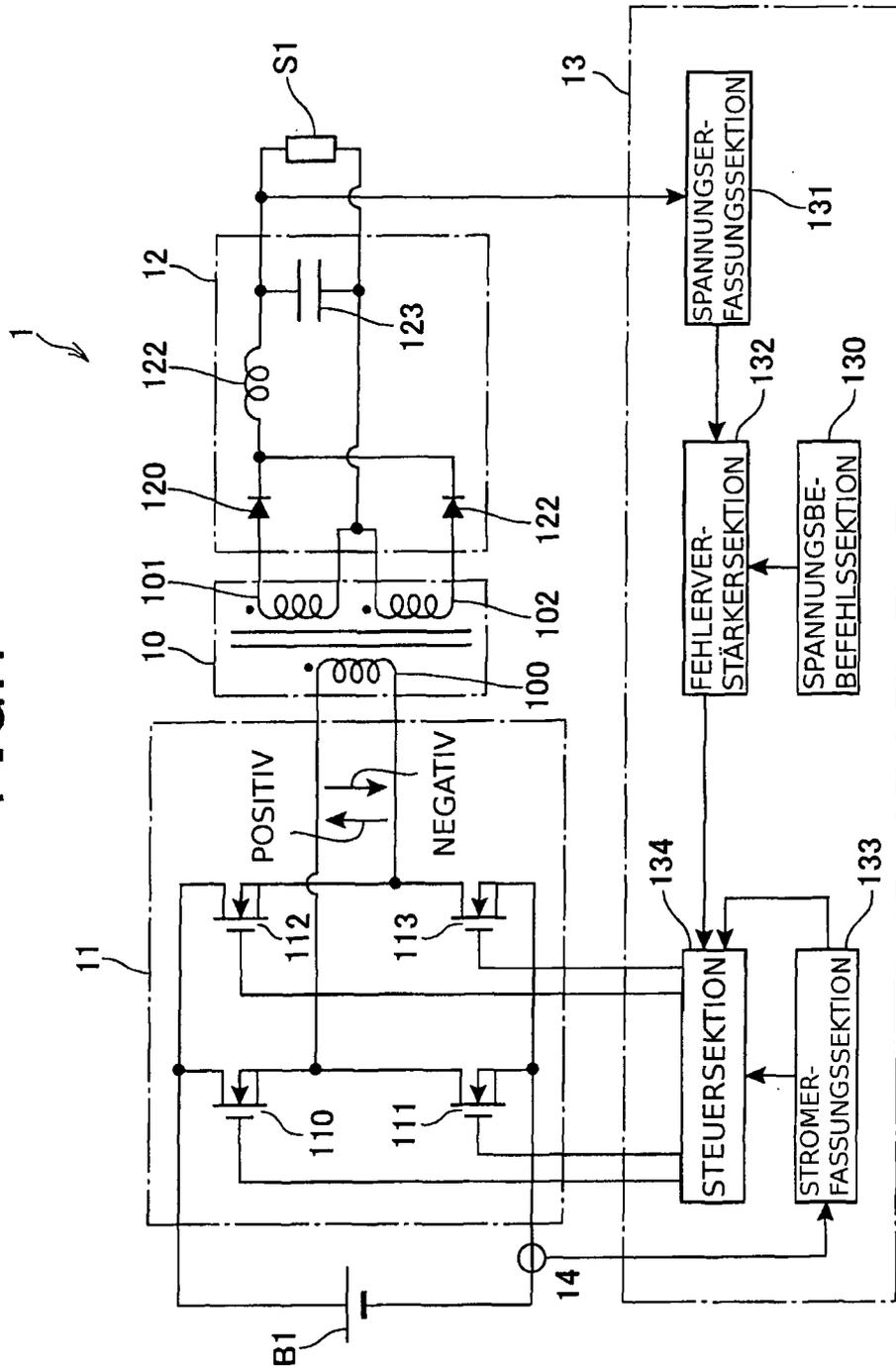
7. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 6, wobei der erfasste Wert indikativ für eine konvertierte elektrische Leistung einen erfassten Wert der DC-Spannung aufweist und der Steuerwert indikativ für einen erforderlichen Level der konvertierten elektrischen Leistung einen Steuerwert der Ausgangs-DC-Spannung aufweist.

8. Leistungskonvertervorrichtung (1) gemäß Anspruch 1, wobei die Leistungskonvertervorrichtung geeignet ist, in einem motorisierten Fahrzeug angebracht zu sein.

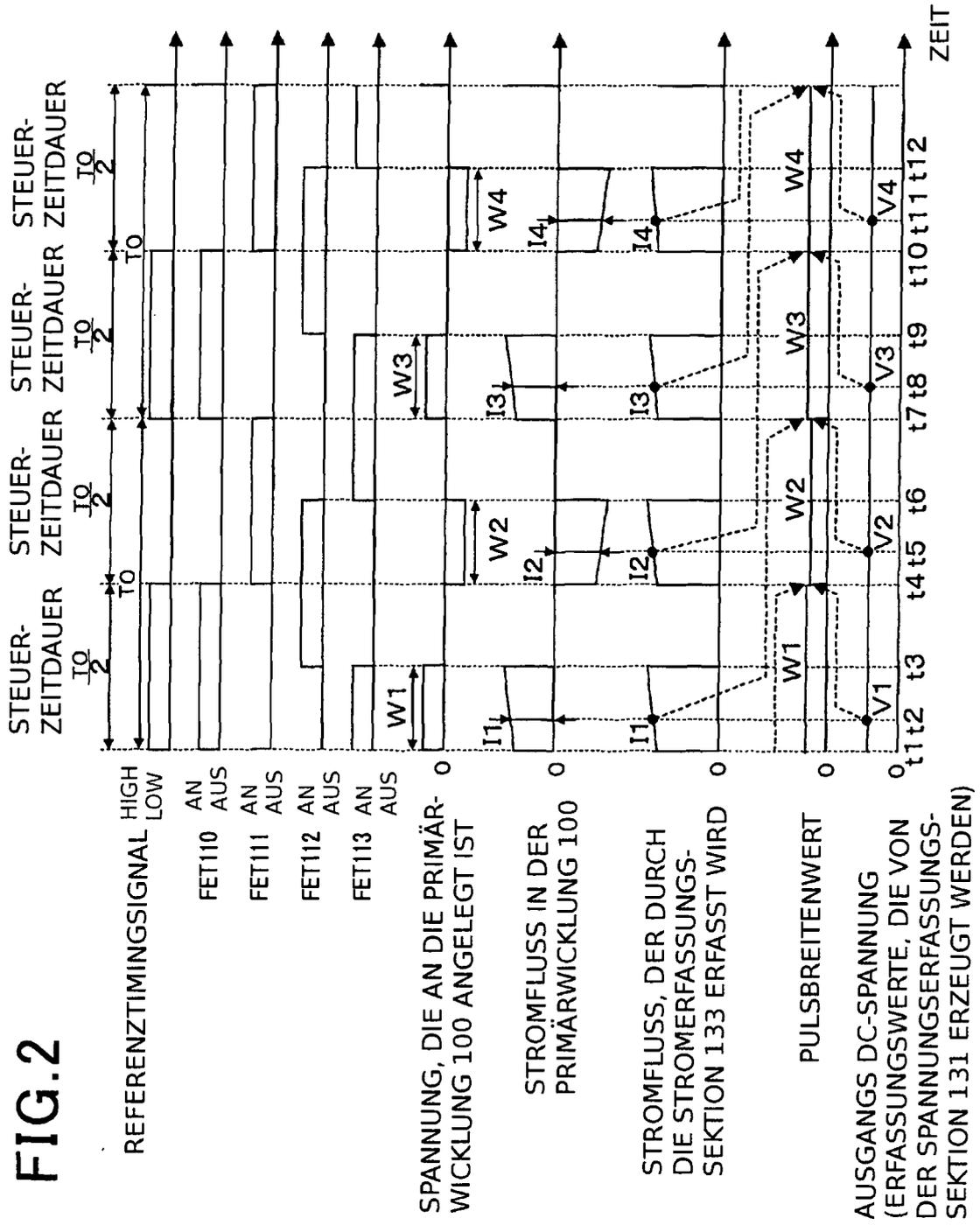
Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1



**FIG.2**



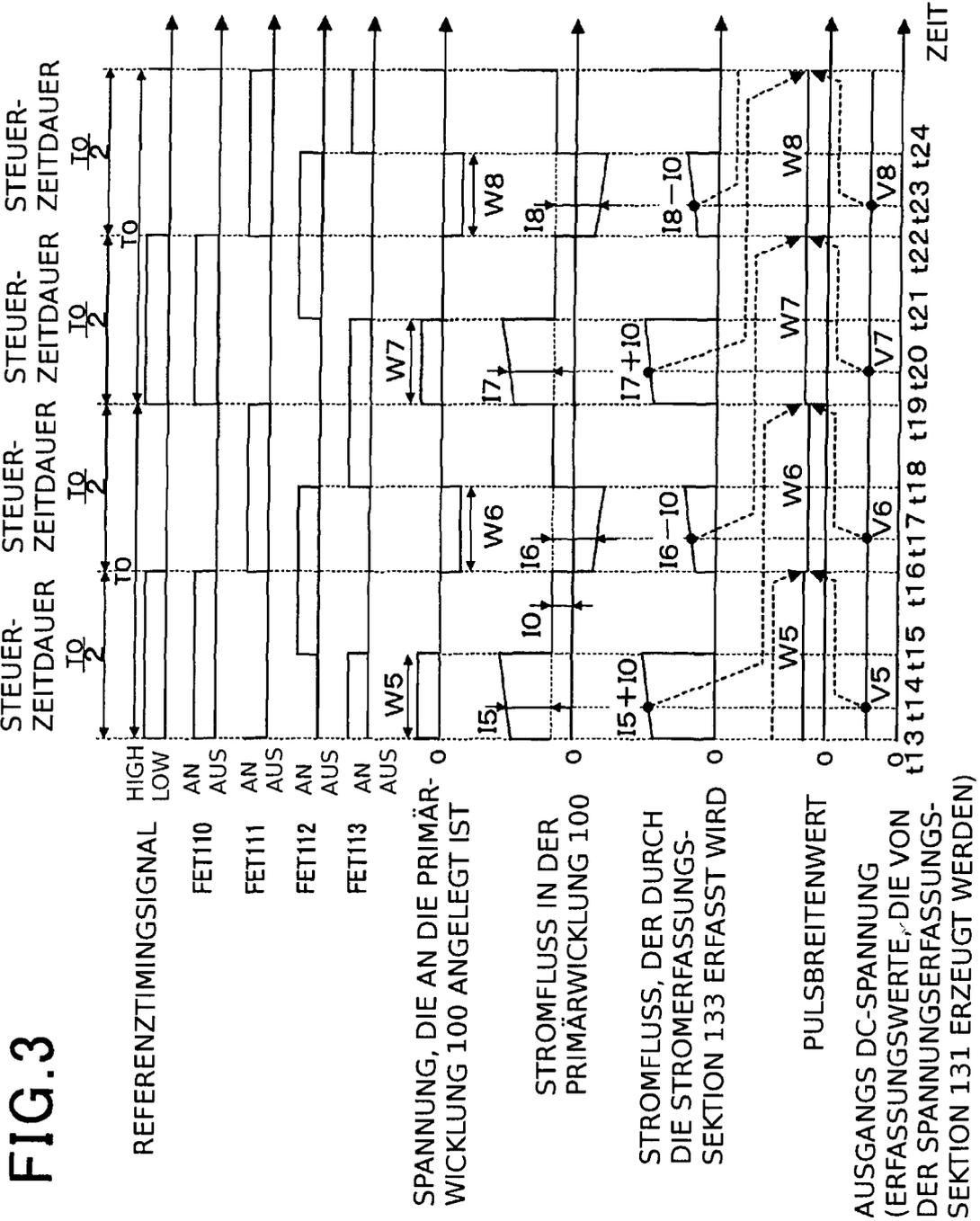


FIG.4

