



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 209 557.0**

(22) Anmeldetag: **23.05.2013**

(43) Offenlegungstag: **28.11.2013**

(51) Int Cl.: **H02M 7/537 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:
2012-119741 25.05.2012 JP

(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE

(71) Anmelder:
KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA, Tokyo, JP

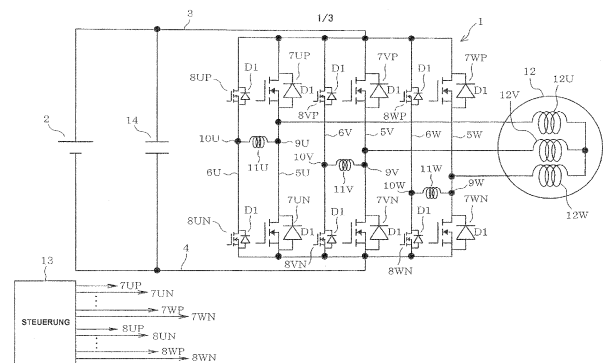
(72) Erfinder:
Shinohara, Naoto, Tokyo, JP; Nagai, Kazunobu, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Invertervorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Eine Invertervorrichtung enthält eine Vielzahl von Hauptbrücken (5U–5W), die ein Paar von in Reihe verbundenen Schaltelementen (7UP, 7UN bis 7WP, 7WN) enthält, die Dioden (D1) aufweisen, die jeweils antiparallel mit den Schaltelementen (7UP, 7UN bis 7WP, 7WN) verbunden sind, wobei jede Hauptbrücke (5U–5W) einen gemeinsamen Verbindungspunkt (9U–9W) jedes Pairs von Schaltelementen (7UP, 7UN bis 7WP, 7WN) aufweist, eine Vielzahl von Hilfsbrücken (6U–6W), von denen jede ein Paar von in Reihe verbundenen Schaltelementen (8UP, 8UN bis 8WP, 8WN) enthält, die ausgestattet sind mit Dioden (D1), die jeweils antiparallel mit den Schaltelementen (8UP, 8UN bis 8WP, 8WN) verbunden sind, und eine Vielzahl von Strom begrenzenden Induktivitäten (11U–11W), deren Anzahl mit der Anzahl der Hilfsbrücken (6U bis 6W) identisch ist, wobei jede Strom begrenzende Induktivität (11U–11W) zwischen einem Verbindungspunkt (10U–10W) beider Schaltelemente (8UP, 8UN bis 8WP, 8WN) jeder Hilfsbrücke (6U–6W) und einem gemeinsamen Verbindungspunkt (9U–9W) beider Schaltelemente (7UP, 7UN bis 7WP, 7WN) jeder Hauptbrücke (5U–5W) verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Hierin beschriebene Ausführungsformen betreffen eine Invertervorrichtung, die Schaltelemente enthält, die in einer brückenverbundenen Konfiguration angeordnet sind.

[0002] Eine Invertervorrichtung (Wechselrichtervorrichtung), wie zum Beispiel ein Dreiphasen-Spannungsquellen-Inverter, enthält Einzelphasenbrücken, die drei Phasen bilden. Jede einzelne Phase enthält ein Paar in Reihe verbundener Schaltelemente (eines wird als positives Schaltelement und das andere als negatives Schaltelement bezeichnet). Die Schaltelemente jeder Brücke werden durch eine PWM-Steuerung an-aus-gesteuert, so dass eine Gleichstromleistung in eine Wechselstromleistung umgewandelt wird. In diesem Fall wird ein Schaltmuster so bestimmt, dass eine Totzeit zwischen Aus-Perioden der gepaarten Schaltelemente eingefügt ist, so dass beide Schaltelemente in jeder Brücke davon abgehalten werden, gleichzeitig angeschaltet zu sein. Dementsprechend kann die Gleichstromleistungsquelle davon abgehalten werden, über jede Brücke kurzgeschlossen zu werden.

[0003] Es muss jedoch auch ein anderer Kurzschlussstrom als der oben beschriebene Kurzschlussstrom verhindert werden. Spezieller muss der eine Freilaufdiode durchlaufende Kurzschlussstrom verhindert werden. Jedes Paar von Schaltelementen, die einen Inverter bilden, ist im Allgemeinen mit einer Freilaufdiode ausgestattet, die antiparallel mit jedem Paar verbunden ist.

[0004] Man betrachte zum Beispiel den Fall, wo das positive Schaltelement unter der Bedingung angeschaltet wird, dass sowohl die positiven als auch negativen Schaltelemente während einer Totzeit ausgeschaltet sind. Es ist bekannt, dass in diesem Fall ein Strom, der das angeschaltete Schaltelement passiert, ein Kurzschlussstrom wird, der die Freilaufdiode des negativen Schaltelements in der umgekehrten Richtung durchläuft. Es ist auch bekannt, dass der Kurzschlussstrom aus einem Erholungsstrom resultiert aufgrund von residualen Ladungsträgern, die in der Freilaufdiode verbleiben.

[0005] Der Erholungsstrom weist eine scharfe, nadelartige Wellenform auf, was zu einer großen Stoßspannung führt, die intensives Rauschen induziert, ein Chassis-Potential eines Fahrzeugs fluktuiert, Steuerfehler vergrößert und einen Schaltverlust vergrößert. Der Erholungsstrom führt somit zu verschiedenen Fehlern. Im Hinblick auf diese Fehler wurde konventionell eine Technik vorgeschlagen, um einen Erholungsstrom in einem Dreiphasen-Spannungsquellen-Inverter zu reduzieren. In der vorgeschlagenen Technik werden Strom begrenzende Induktivitäten (Induktoren) jeweils in Reihe mit

den Schaltelementen eingefügt. Freilaufdioden werden parallel zu den Reihenschaltungen von Strom begrenzenden Induktivitäten bzw. Schaltelementen verbunden. Die vorgeschlagene Konfiguration benötigt keine Behandlung von Schaltsteuer-Software. Ein stetiger Strom passiert normalerweise die Strom begrenzenden Induktivitäten in der vorgeschlagenen Konfiguration. Dies führt zu Nachteilen in der Verwendung des Inverters, in dem ein Verlust vermieden werden sollte.

[0006] Im Allgemeinen enthält eine Invertervorrichtung gemäß einer Ausführungsform eine Vielzahl von Hauptbrücken, die parallel miteinander zwischen einer positiven Gleichstrom-Eingangslleitung und einer negativen Gleichstrom-Eingangslleitung verbunden sind, wobei jede Hauptbrücke ein Paar von in Reihe verbundenen Schaltelementen enthält, die mit Dioden ausgestattet sind, die antiparallel jeweils mit dem Schaltelement verbunden sind, wobei jede Hauptbrücke einen gemeinsamen Verbindungspunkt jedes Paares von Schaltelementen aufweist, wobei der gemeinsame Verbindungspunkt als Ausgangsanschluss für eine Last dient. Der Inverter ist gekennzeichnet durch eine Vielzahl von Hilfsbrücken mit der gleichen Anzahl wie die Hauptbrücken, wobei jede Hilfsbrücke ein Paar von in Reihe verbundenen Schaltelementen enthält, die ausgestattet sind mit Dioden, die antiparallel mit den Schaltelementen jeweils verbunden sind, und eine Vielzahl von Strom begrenzenden Induktivitäten, deren Anzahl die gleiche wie die Hilfsbrücken ist, wobei jede Strom begrenzende Induktivität verbunden ist zwischen einem gemeinsamen Verbindungspunkt beider Schaltelemente jeder Hilfsbrücke und einem Verbindungspunkt beider Schaltelemente jeder Hauptbrücke.

[0007] Eine Ausführungsform wird mit Bezug auf die beigefügten Abbildungen beschrieben, in denen:

[0008] [Fig. 1](#) ein Schaltdiagramm einer Invertervorrichtung gemäß einer Ausführungsform ist;

[0009] [Fig. 2](#) ein Schaltdiagramm, das einen Teil der in [Fig. 1](#) gezeigten elektrischen Schaltung zeigt ist; und

[0010] [Fig. 3](#) eine schematische Graphik ist, die Signalwellenformen und Stromwellenformen zum Erläutern des Betriebs der Schaltung in [Fig. 1](#) zeigt.

[0011] Eine Ausführungsform wird mit Bezug auf die beigefügten Abbildungen beschrieben. Mit Bezug auf [Fig. 1](#) ist eine Inverterschaltung (Wechselrichterschaltung) **1** gemäß einer Ausführungsform gezeigt. Die Inverterschaltung ist eingerichtet zum Empfangen einer Gleichstromleistung von einer positiven Gleichstromeingangslleitung **3** und einer negativen Gleichstromeingangslleitung **4**, die beide mit einer Gleichstromspannungsversorgung, wie zum Beispiel

einer Batterie oder einem Gleichspannungswandler, verbunden sind, wodurch die empfangene Gleichstromleistung in eine Wechselstromleistung umgewandelt wird. Die Inverterschaltung 1 enthält Hauptbrücken 5U, 5V und 5W, die eine Vielzahl (zum Beispiel drei) Phasen U, V und W bilden. Die Inverterschaltung 1 enthält auch Hilfsbrücken 6U, 6V und 6W, die jeweils mit den Hauptbrücken 5U, 5V und 5W gepaart sind. Diese Brücken 5U bis 6W sind zwischen den positiven und negativen Gleichstromeingangsleitungen 3 und 4 verbunden. Die U-Phasen-Hauptbrücke 5U enthält zwei Schaltelemente 7UP und 7UN, die in Reihe miteinander verbunden sind. Die Hauptbrücke 5V enthält auch zwei Schaltelemente 7VP und 7VN, die in Reihe miteinander verbunden sind. Die Hauptbrücke 5W enthält auch zwei Schaltelemente 7WP und 7WN. Die Hilfsbrücke 6U enthält zwei Schaltelemente 8UP und 8UN. Die Hilfsbrücke 6V enthält auch zwei Schaltelemente 8VP und 8VN. Die Hilfsbrücke 6W enthält auch zwei Schaltelemente 8WP und 8WN.

[0012] Eine Strom begrenzender Induktivität 11U ist zwischen einem gemeinsamen Verbindungspunkt 9U der beiden Schaltelement 7UP und 7UN der U-Phasen-Hauptbrücke 5U und einem gemeinsamen Verbindungspunkt 10U der beiden Schaltelemente 8UP und 8UN der U-Phasen-Hilfsbrücke 6U verbunden. Strom begrenzende Induktivitäten 11V und 11W sind auch jeweils zwischen gemeinsamen Verbindungspunkten 9V und 10V und gemeinsamen Verbindungspunkten 9W und 10W jeweils verbunden. Die gemeinsamen Verbindungspunkte 9U, 9V, 9W der Hauptbrücken 5U, 5V und 5W dienen auch als Ausgangsanschlüsse der Inverterschaltung 1. Ein rotierender elektrischer Motor, wie zum Beispiel ein bürstenloser Motor 12, der als Last dient, enthält Statorwicklungen 12U, 12V und 12W, die mit den gemeinsamen Verbindungspunkten 9U, 9V und 9W verbunden sind. Die sechs Schaltelemente 7UP bis 7WN, die die Hauptbrücken bilden, umfassen jeweils Halbleiterschalt-elemente, wie zum Beispiel FETs. Die sechs Schaltelemente 8UP bis 8WN, die die Hilfsbrücken bilden, enthalten jeweils auch Halbleiterschalt-elemente wie zum Beispiel FETs. Die Schaltelemente 7UP bis 8WN sind mit Freilaufdioden D1 ausgestattet, die antiparallel zu den Schaltelementen 7UP bis 8WN jeweils verbunden sind. Die Freilaufdioden D1 können anstelle dessen auch Kapazitätskomponenten sein, die zu den FETs parasitär sind.

[0013] Die Invertervorrichtung enthält eine Steuerung 13, die Schaltsteuersignale liefert, die die Schaltelemente 7UP bis 7WN und 8UP bis 8WN an/aus-steuern. Die Steuersignale sind PWM-Signale, wie sie auf dem Gebiet der Invertervorrichtungen wohlbekannt sind. Bezugszeichen 14 in Fig. 1 bezeichnet einen Glättungskondensator.

[0014] Der Betrieb der Invertervorrichtung, die so konfiguriert ist, wird detailliert wie folgt mit Fig. 2 und Fig. 3 wie auch auf Fig. 1 beschrieben. Ein An/Aus-Muster der Schaltelemente 7UP bis 7WN ist das gleiche wie dasjenige einer normalen Inverterschaltung, die Gleichspannungsleistung in eine Dreiphasen-Sinus-Wechselspannung durch eine PWM-Steuerung wandelt. Beschreibend dies hinsichtlich der U-Phase mit Bezug auf Fig. 3, sind An/Aus-Muster der Schaltelemente 7UP und 7UN der U-Phasen-Hauptbrücke 5U wie in Fig. 3-B und Fig. 3-D. Das Bezugszeichen "T1" bezeichnet eine Totzeit.

[0015] Eine AN-Zeitsteuerung der Schaltelemente jeder Hilfsbrücke ist so eingestellt, um an einer vorbestimmten Zeit vor einer AN-Zeitsteuerung der Schaltelemente jeder der Hilfsbrücke entsprechenden Hauptbrücke aufzutreten. Eine AUS-Zeitsteuerung der Schaltelemente jeder Hilfsbrücke wird auch so eingestellt, um an einer vorbestimmten Zeit aufzutreten vor einer AUS-Zeitsteuerung der Schaltelemente jeder Hauptbrücke, die der Hilfsbrücke entspricht. Das folgende beschreibt dies mit Bezug auf Fig. 3. Teile A und B der Fig. 3 (hiernach "Fig. 3-A" und "Fig. 3-B") zeigen den Zusammenhang zwischen dem positiven Schaltelement 7UP der Hauptbrücke 5U und dem positiven Schaltelement 8UP der Hilfsbrücke 6U. Wenn Element 7UP der Hauptbrücke angeschaltet wird, wird in diesem Zusammenhang das Element 8UP der Hilfsbrücke zur Zeit t1 vor einem Anschalten des Elements 7UP angeschaltet. Wie aus dem Vergleich der Fig. 3-A und Fig. 3-B verstanden werden kann, geht ein AUS-Betrieb des Elements 8UP der Hilfsbrücke einem AUS-Betrieb des Elements 7UP der Hauptbrücke voraus (Zeit t3).

[0016] Der oben beschriebene Zeitsteuerzusammenhang wird auch angewandt auf die Menge von negativen Schaltelementen 7UN der U-Phasen-Hauptbrücke 5U und der negativen Schaltelement 8UN der Hilfsbrücke 6U, wie in Fig. 3-C und Fig. 3-D gezeigt. Fig. 2 zeigt Strompfade basierend auf den oben beschriebenen AN/AUS-Mustern, und Fig. 3 zeigt die EIN/AUS-Zeitsteuerung und Strommuster. Ein Stromfluss wird beschrieben mit Augenmerk auf die folgenden Schaltmuster (1) und (2) der Hauptbrücke, die als ein Subjekt in der Gleichstrom-Wechselstrom-Wandlung dient, zum Beispiel die U-Phasen-Hauptbrücke 5U.

[0017] Betreffend Schaltmuster (1), in dem Zustand, wo beide Schaltelemente 7UP und 8UP der Hauptbrücke 5U während Totzeit T1 aus sind, wird das positive Schaltelement 7UP angeschaltet (Zeit t2) und dann ausgeschaltet (Zeit t4). Betreffend ein Schaltmuster (2), in dem Fall, dass beide Schaltelemente 7UP und 7UN der Hauptbrücke 5U während Totzeit T1 aus sind, ist das negative Schaltelement 7UN angeschaltet (Zeit t6) und dann ausgeschaltet (Zeit t8).

[0018] In Muster (1) wird das positive Schaltelement **8UP** der Hilfsbrücke **6U** als Erstes zu der vorangehenden Zeit t_1 angeschaltet. Ein Strom I_a durchläuft dann die Elemente **8UP** und die Strom begrenzenden Induktivität **11U**, wie gezeigt durch einen Strompfad L1 in Fig. 2. Der Strom I_a passiert in umgekehrter Richtung die Freilaufdiode D1, die antiparallel mit dem negativen Schaltelement **7U** verbunden ist, das in dem AUS-Zustand ist, wodurch es in die negative Gleichstromeingangsleitung **4** fließt. Somit durchläuft der Strom die Freilaufdiode D1 in der umgekehrten Richtung. Dies wird verursacht durch residuale Ladungsträger aufgrund elektrischer Energie, die in einer Statorwicklung in dem vorangehenden Schaltzyklus gespeichert ist. Die elektrische Energie durchläuft als Rückflussstrom die Diode D1 in der Vorwärtsrichtung, wodurch residuale Träger produziert werden. Dieser Strom wird als "Erholungsstrom" bezeichnet.

[0019] Eine Stufenerhöhung des Erholungsstroms wird durch den Strom begrenzenden Induktivität **11U** glatter, wodurch der Erholungsstrom davon abgehalten wird, ein Kurzschlussstrom zu werden. Nachfolgend wird das positive Schaltelement **7U** der Hauptbrücke **5U** zu einer Zeit t_2 angeschaltet, so dass die Steuerung zu dem normalen PWM-Schaltsteuerzyklus durch die Hauptbrücke **5U** voranschreitet. Das Schaltelement **8UP**, das vorangehend angeschaltet wurde, wird unmittelbar nach einem Anschalten des Schaltelements **7UP** (Zeit t_3) ausgeschaltet. Das Schaltelement **7UP** wird beim Ablauf eines AN-Betriebs (Zeit t_4) ausgeschaltet.

[0020] Im Muster (2), das dem oben beschriebenen Muster (1) folgt, wird das negative Schaltelement **8UN** der Hilfsbrücke **6U** angeschaltet zur Zeit t_5 , die einem Anschalten des negativen Schaltelements **7UN** der Hauptbrücke **5U** vorangeht. Ein Strom I_b passiert dann in umgekehrter Richtung die Freilaufdiode D1, die antiparallel mit dem positiven Schaltelement **7UP** verbunden ist, das in dem AUS-Zustand ist, wie gezeigt durch einen Strompfad L2 in Fig. 2. Der Strom I_b durchläuft weiterhin die Strom begrenzenden Induktivität **11U** und das Schaltelement **8UN**, das vorangehend angeschaltet wurde, wodurch er in die negative Eingangsleitung **4** fließt.

[0021] In dem oben beschriebenen Fall ist der Strom I_b , der durch die Freilaufdiode D1 in der umgekehrten Richtung fließt, ein Erholungsstrom, der aus dem Rückkehrstrom resultiert, der in Vorwärtsrichtung von der Statorwicklung über die Freilaufdiode D1 fließt, die antiparallel mit dem positiven Schaltelement **7UP** verbunden ist, das in dem AUS-Zustand ist. In diesem Fall wird auch eine Erhöhung des Erholungsstroms durch die Strom begrenzenden Induktivität **11U** unterdrückt. Nachfolgend wird das negative Schaltelement **7UN** der Hauptbrücke **5U** zur Zeit t_6 angeschaltet. Dieses startet den normalen PWM-Schaltsteuer-

erzyklus durch die Hauptbrücke **5U**. Das Schaltelement **8UN** der Hilfsbrücke **6U**, das vorher angeschaltet wurde, wird unmittelbar nach einem Anschalten des Schaltelements **7UN** (Zeit t_7) ausgeschaltet.

[0022] Wie oben beschrieben, ist eine elektrische Energie in der Strom begrenzenden Induktivität **11U** gespeichert als Resultat davon, dass der Erholungsstrom diese durchläuft, wenn das Schaltelement **8UP** oder **8UN** der Hilfsbrücke **6U** ausgeschaltet ist. Die so in der Strom begrenzenden Induktivität **11U** gespeicherte Energie wird verwendet als elektrische Leistung in der Statorwicklung zu der Zeit, zu der eine geschlossene Schleife ausgebildet wird, die einen AN-Zustand eines der Schaltelemente **7UP** und **7UN** der Hauptbrücke **5U**, einen AN-Zustand eines der Schaltelemente **8UP** und **8UN** der Hilfsbrücke **6U**, der Freilaufdioden D1 entsprechend den jeweiligen AN-Zustands-Schaltelementen und einer der Statorwicklungen **11U-11W** durchläuft. In Fig. 2 und Fig. 3 bezeichnet das Bezugszeichen I_u einen Statorwicklungsstrom, Bezugszeichen I_{UP} bezeichnet einen Strom, der das Schaltelement **7UP** durchläuft, und Bezugszeichen I_{UN} bezeichnet einen Strom, der das Schaltelement **7UN** durchläuft.

[0023] In der vorangehenden Ausführungsform ist es für eine Hochgeschwindigkeits-PWM-Steuerung wünschenswert, dass eine AN-Periode des Schaltelements jeder Hilfsbrücke so kurz wie möglich ist in der Konfiguration, dass die AN/AUS-Zeitsteuerung der Hilfsbrücke der AN/AUS-Zeitsteuerung der Hauptbrücke vorangeht. Um dies zu erreichen, kann eine Zeitkonstante jeder Strom begrenzenden Induktivität geeignet eingestellt werden, so dass eine AN-Periode des Schaltelements jeder Hilfsbrücke kürzer wird als die AN/AUS-Periode des Schaltelements jeder Hauptbrücke durch die PWM-Steuerung. Zum Zweck einer weiteren Verkürzung kann alternativ eine AUS-Zeit des Schaltelements jeder Hilfsbrücke so eingestellt werden, um unmittelbar nach einer AN-Zeit des Schaltelements jeder Hauptbrücke aufzutreten.

[0024] Gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform kann eine Invertervorrichtung bereitgestellt werden, die effektiv den Erholungsstrom unterdrücken kann, der zu verschiedenen Fehlern führt. Weiterhin kann die Invertervorrichtung eine Komplikation der Steuerung verhindern, da die AN/AUS-Zeitsteuerung jeder Hilfsbrücke veranlasst wird, der AN/AUS-Zeitsteuerung jeder Hauptbrücke voranzugehen. Weiterhin kann die Invertervorrichtung als elektrische Leistung die elektrische Energie verwenden, die beim Unterdrücken des Erholungsstroms in jeder Strom begrenzenden Induktivität gespeichert wird. Während bestimmte Ausführungsformen beschrieben wurden, wurden diese Ausführungsformen nur als Beispiele präsentiert, und sind nicht dazu gedacht, den Schutzbereich der Erfindung zu be-

schränken. Die hierin beschriebenen neuen Ausführungsformen können in einer Vielzahl anderer Formen ausgebildet werden; weiterhin können verschiedene Auslassungen, Ersetzungen und Änderungen in der Form der hierin beschriebenen Ausführungsformen gemacht werden, ohne sich von der Erfindung zu entfernen. Die angefügten Ansprüche und ihre Äquivalente sind dazu gedacht, solche Formen oder Modifikationen abzudecken, die in den Schutzbereich der Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Invertervorrichtung, enthaltend eine Vielzahl von Hauptbrücken (**5U–5W**), die parallel miteinander zwischen einer positiven Gleichstrom-Eingangsleitung (**3**) und einer negativen Gleichstrom-Eingangsleitung (**4**) verbunden sind, wobei jede Hauptbrücke (**5U–5W**) ein Paar von in Reihe verbundenen Schaltelementen (**7UP, 7UN bis 7WP, 7WN**) enthält, die mit Dioden (D1) ausgestattet sind, die antiparallel mit den Schaltelementen (**7UP, 7UN bis 7WP, 7WN**) jeweils verbunden sind, wobei jede Hauptbrücke (**5U–5W**) einen gemeinsamen Verbindungspunkt (**9U–9W**) jedes Paares von Schaltelementen (**7UP, 7UN bis 7WP, 7WN**) aufweist, wobei der gemeinsame Verbindungspunkt als Ausgangsanschluss für eine Last (**12**) dient, gekennzeichnet durch:

eine Vielzahl von Hilfsbrücken (**6U–6W**) mit der gleichen Anzahl wie die Hauptbrücken, wobei jede Hilfsbrücke (**6U–6W**) ein Paar von in Reihe verbundenen Schaltelementen (**8UP, 8UN bis 8WP, 8WN**) enthält, die mit Dioden (D1) ausgestattet sind, die jeweils antiparallel mit den Schaltelementen (**8UP, 8UN bis 8WP, 8WN**) verbunden sind; und

eine Vielzahl von Strom begrenzenden Induktivitäten (**11U–11W**), deren Anzahl die gleiche ist wie die Hilfsbrücken (**6U bis 6W**), wobei jede Strom begrenzende Induktivität (**11U–11W**) zwischen einem Verbindungspunkt (**10U–10W**) beider Schaltelemente (**8UP, 8UN bis 8WP, 8WN**) jeder Hilfsbrücke (**6U–6W**) und einem gemeinsamen Verbindungspunkt (**9U–9W**) beider Schaltelemente (**7UP, 7UN bis 7WP, 7WN**) jeder Hauptbrücke (**5U–5W**) verbunden ist.

2. Inverter nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Steuerung (**13**), die einen An-Aus-Betrieb der Schaltelemente (**7UP, 7UN bis 7WP, 7WN**) PWM-steuert, die die Hauptbrücken (**5U–5W**) bilden, wobei jede Strom begrenzende Induktivität (**11U–11W**) eine Induktanz mit einer Zeitkonstanten aufweist, die auf einen Wert eingestellt ist, so dass eine Zeitkonstante nicht größer als eine AN/AUS-Periode der Schaltelemente (**7UP, 7UN bis 7WP, 7WN**) jeder Hauptbrücke (**5U, 5W**) ist.

3. Inverter nach Anspruch 1, wobei die Steuerung (**13**) eingerichtet ist zum Starten eines AN-Betriebes jedes der positiven und negativen Schaltelemente

(**8UP–8WP, 8UN–8WN**) jeder Hilfsbrücke (**6U–6W**) vor einem AN-Betrieb jedes der positiven und negativen Schaltelemente (**7UP–7WP, 7UN–8WN**) der Hauptbrücke (**5U–5W**).

4. Inverter nach Anspruch 1, wobei die Steuerung (**13**) eingerichtet ist zum Starten eines AUS-Betriebes jedes der positiven und negativen Schaltelemente (**8UP–8WP, 8UN–8WN**) der Hilfsbrücke (**6U–6W**) unmittelbar nach einem AN-Betrieb jedes der positiven und negativen Schaltelemente (**7UP–7WP, 7UN–7WN**) der Hauptbrücke (**5U–5W**).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

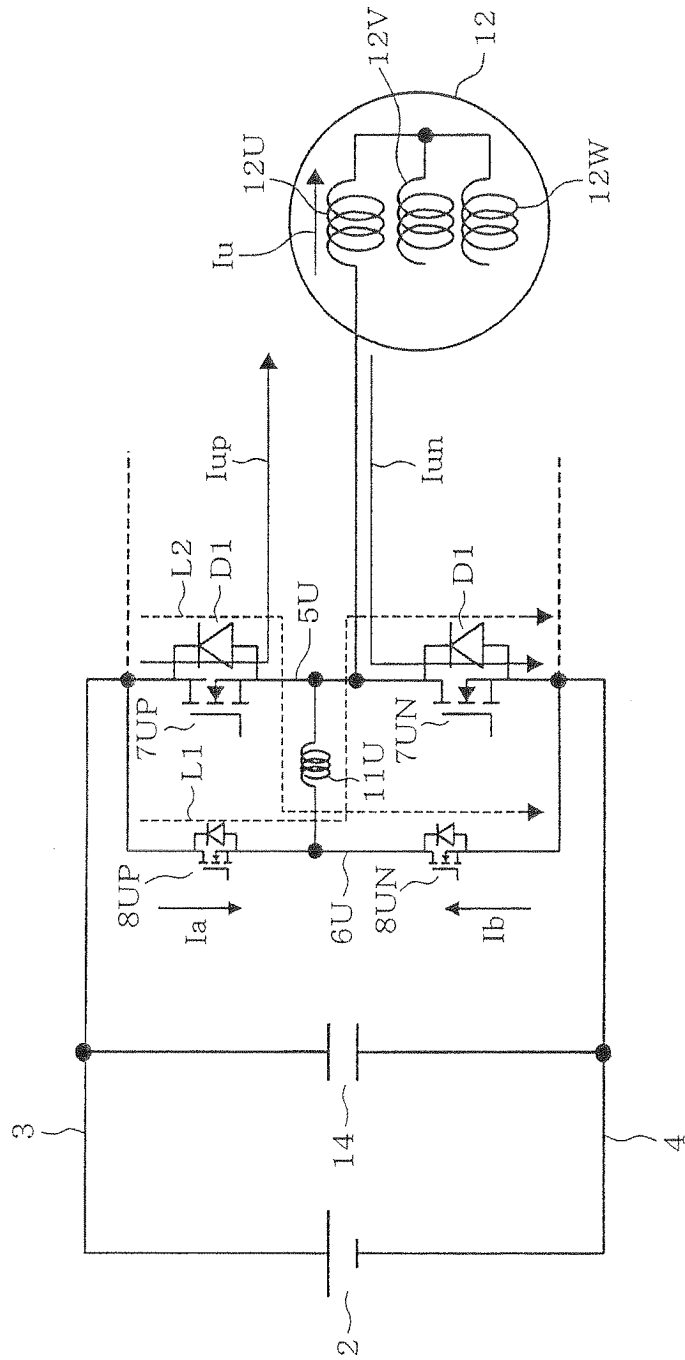


FIG. 2

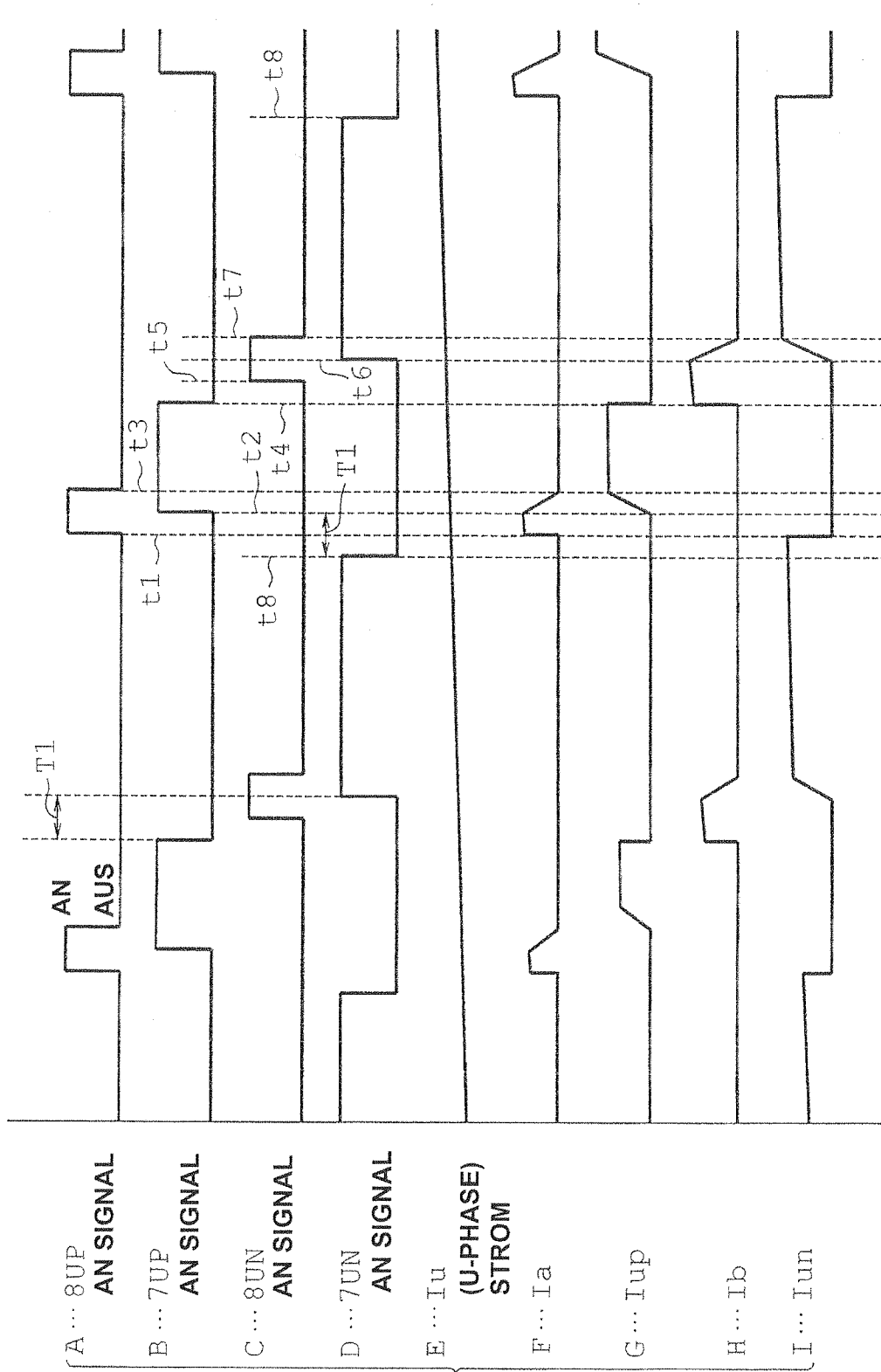


FIG. 3