



(10) **DE 10 2011 005 184 B4** 2025.06.05

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 005 184.8**
(22) Anmeldetag: **07.03.2011**
(43) Offenlegungstag: **03.11.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.06.2025**

(51) Int Cl.: **H02M 1/00 (2007.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2010-087471 06.04.2010 JP

(73) Patentinhaber:
Fuji Electric Holdings Co., Ltd., Kawasaki, JP

(74) Vertreter:
MERH-IP Matias Erny Reichl Hoffmann
Patentanwälte PartG mbB, 80336 München, DE

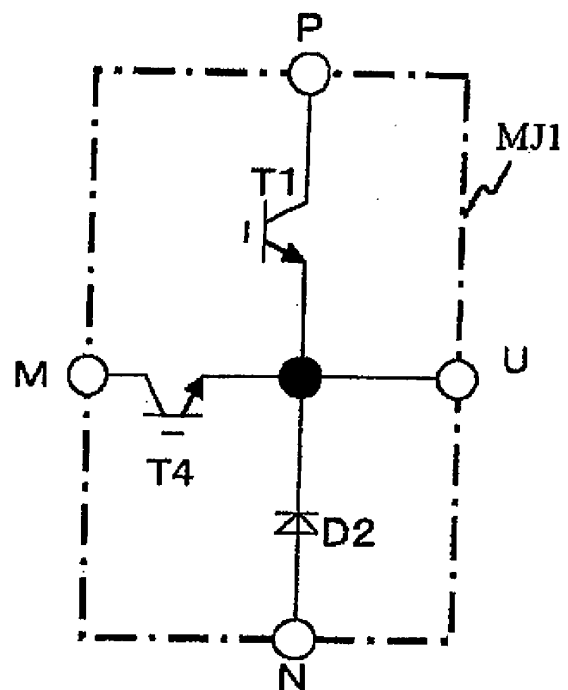
(72) Erfinder:
Takizawa, Satoki, Kawasaki-shi, JP; Yatsu,
Makoto, Kawasaki-shi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	2009 / 0 251 858	A1
US	2010 / 0 039 843	A1
JP	2008 - 193 779	A

(54) Bezeichnung: **Leistungshalbleiterbauelement und dieses verwendendes Leistungsumformungssystem**

(57) Hauptanspruch: Leistungshalbleitermodul (MJ1), das bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, wobei ein erster IGBT (T1), eine Diode (D2), und ein zweiter IGBT (T4) mit Rückwärtssperrspannung in einem Gehäuse untergebracht sind, das Gehäuse einen ersten externen Eingangsanschluss (P) aufweist, der mit einem Kollektor des ersten IGBT (T1) verbunden ist, einen zweiten externen Eingangsanschluss (M) aufweist, der mit einem Kollektor des zweiten IGBT (T4) verbunden ist, einen dritten externen Eingangsanschluss (N) aufweist, der mit einer Anode der Diode (D2) verbunden ist, und einen externen Ausgangsanschluss (U) aufweist, und die Kathode der Diode (D2) und der externe Ausgangsanschluss (U) mit dem Verbindungspunkt verbunden sind, den den Emitter des ersten IGBT (T1) und den Emitter des zweiten IGBT (T4) verbindet.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Technisches Gebiet**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leistungshalbleitermodul, das bei einem mehrstufigen Leistungsumformungssystem mit drei Stufen oder mehr angewendet wird, und ein Leistungsumformungssystem, bei dem das Modul angewendet wird.

2. Verwandte Technik

[0002] Fig. 11 zeigt ein Beispiel für eine Schaltung eines dreistufigen Inverters, der eine Leistungsumformungsschaltung darstellt, die von einem Gleichstrom in einen Wechselstrom umformt. In einer Gleichstromleistungsquelle, in der C1 und C2 in Reihe geschaltet sind (stattdessen kann ein Kondensator mit großer Kapazität verwendet werden), ist ein positivseitiges Potenzial Cp, ein negativseitiges Potenzial ist Cn und Zwischenpunktpotenziale sind Cm (Cm1 und Cm2). Im Allgemeinen kann, wenn die Gleichstromleistungsquelle aus einem Wechselstromleistungsquellsystem konfiguriert ist, konfiguriert werden, indem ein Gleichrichter, ein elektrolytischer Kondensator mit großer Kapazität oder dergleichen verwendet wird.

[0003] Die Bezugszeichen 3 und 4 bezeichnen einen IGBT und eine Diode eines oberen Arms, die mit dem positivseitigen Potenzial Cp verbunden sind, die Bezugszeichen 5 und 6 bezeichnen einen IGBT und eine Diode eines unteren Arms, die mit dem negativseitigen Potenzial Cn verbunden sind, und der obere Arm und der untere Arm sind in Reihe geschaltet, so dass sie einen einphasigen Arm konfigurieren. Eine dreiphasige Schaltung ist aus dreiphasigen Armen konfiguriert. Auch bezeichnen die Bezugszeichen 7, 8, 9 und 10 Elemente, die einen bidirektionalen Schalter konfigurieren, der zwischen dem Gleichstromleistungsversorgungs-Zwischenpunktpotenzial Cm (Cm1 und Cm2) und einem Wechselstromausgangsanschluss 11 geschaltet ist, wobei 7 und 8 IGBTs bezeichnen und 9 und 10 Dioden bezeichnen. Der in Fig. 11 gezeigte bidirektionale Schalter ist von einer Konfiguration, in der IGBTs, mit denen eine Diode antiparallel geschaltet ist, antiseriell geschaltet sind, und wird bei jeder Phase angewendet. In der Zeichnung sind der IGBT 7 und der IGBT 8 antiseriell mit einem gemeinsamen Emitter geschaltet, aber der Schalter kann auch mit einer Gemeinsamer-Kollektor-Konfiguration oder, wie in Fig. 13B gezeigt, mit einer Konfiguration realisiert werden, in der die IGBTs 12 und 13 mit Rückwärtssperrsperrspannung antiparallel geschaltet sind.

[0004] Lo steht für einen Filterreaktor und 2 bezeichnet eine Last des Systems. Durch Übernahme dieser

Schaltungskonfiguration ist es möglich, das Gleichstromleistungsquelle-Positivseitenpotenzial Cp, das negativseitige Potenzial Cn und das Zwischenpunktpotenzial Cm an den Ausgangsanschluss 11 auszugeben. Das heißt, die Schaltung ist eine dreistufige Inverterschaltung, die drei Spannungswellenformenstufen ausgibt. Fig. 12 zeigt ein Beispiel einer Ausgangsspannungs (V_{aus})-Wellenform. Da eine Kennlinie ist, dass es weniger harmonische Bestandteile niedriger Ordnung (nahe einer Sinuswellenform) als bei einem zweistufigen Inverter gibt, ist es möglich, den Ausgangsfilterreaktor Lo zu miniaturisieren.

[0005] Fig. 14 zeigt auch einen Doppelkonvertertyp eines Leistungsumformungssystems, der aus einem PWM-Konverter (CONV), der Wechselstrom in Gleichstrom umwandelt, und einem PWM-Inverter (INV), der Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt, konfiguriert ist. Eine Konfiguration ist dergestalt, dass mit einer dreiphasigen Wechselstromleistungsquelle 1 als Eingabe durch einen Eingangsfilterreaktor Li, den dreiphasigen dreistufigen PWM-Konverter CONV, den in Reihe geschalteten Kondensatoren C1 und C2 von großer Kapazität, den dreiphasigen dreistufigen PWM-Inverter INV und ein Ausgangsfilter Lo eine stabile Wechselspannung erzeugt wird, und einer Last 2 wird Wechselstromleistung zugeführt.

[0006] Ein Beispiel für einen Fall des Konfigurierens des dreistufigen Konverters (Konverter oder Inverter) mit einem zweckbestimmten IGBT-Modul ist in JP 2008 - 193 779 A gezeigt. Fig. 15B zeigt eine Außenaufbauansicht des Moduls und Fig. 15A zeigt ein Beispiel für eine interne Schaltung. Die Bezugszeichen 24, 25, 26 und 27 bezeichnen jeweils einen mit dem Potenzial Cp verbundenen Anschluss P, einen mit dem Potenzial Cm verbundenen Anschluss M, einen mit dem Potenzial Cn verbundenen Anschluss N und einen Wechselstromausgangsanschluss U. Es ist möglich, einen dreiphasigen Inverter durch Verwendung von dreien dieses Moduls zu konfigurieren, und wenn eine noch größere Kapazität angestrebt wird, kann diese durch paralleles Schalten der Module realisiert werden.

[0007] Fig. 16 zeigt eine äquivalente Schaltung, die unter Konzentration auf interne Drahtinduktoren (L1 bis L5) des Moduls der Fig. 15A und 16B beschrieben ist. Jeder Induktor ist hauptsächlich durch die Drähte zwischen dem Modulausgangsanschluss und Halbleiterchips und zwischen den Halbleiterchips ausgebildet. Da jeder Draht normalerweise ungefähr einige Zentimeter lang ist, beträgt jeder Induktanzwert ungefähr 10 nH.

[0008] Fig. 17 ist ein Schaltungsdiagramm zum Veranschaulichen des Problems. In Fig. 17 fließt, wenn sich ein IGBT T1 in einem Ein-Zustand befindet, ein Strom I entlang des Wegs (ein Weg, der von einem Kondensator C1 durch einen Induktor L1, den IGBT

T1 und einen Induktor L3 zu einem Reaktor Lo verläuft), der durch die gepunktete Linie gezeigt ist. Als Nächstes weist bei Ausschaltung des IGBT T1 ein vorab eingeschalteter IGBT T4 eine Kontinuität auf und der Strom des Reaktors Lo wird auf einen Stromweg 28 übertragen, der von dem Reaktor Lo durch einen Induktor L2 und den IGBT T4 zum Reaktor Lo verläuft. Zu diesem Zeitpunkt wird eine Spannung vorübergehend in den Richtungen der Pfeile in der Zeichnung in den Induktoren L1, L2 und L3 nach Maßgabe einer IGBT-Stromänderungsgeschwindigkeit (di/dt) erzeugt.

[0009] Als Ergebnis hiervon wird, wenn eine Drahtinduktanz externer Drähte ignoriert wird, ein Maximum der in Gleichung 1 gezeigten Spannung zwischen dem Kollektor und Emitter des IGBT T1 angelegt. **Fig. 18** zeigt Wellenformen eines Kollektorstroms (i_c) und einer Spannung zwischen dem Kollektor und Emitter (V_{CE}), wenn der IGBT T1 ausgeschaltet ist.

$$V_{CE(\text{Spitze})} = E_{dp} + (L1 + L2 + L3) \cdot di/dt$$

Gleichung 1

$$\text{Stoßspannung } \Delta V = (L1 + L2 + L3) \cdot di/dt$$

Gleichung 2

E_{dp} : Gleichspannung der Gleichstromleistungsquelle 1

di/dt : IGBT-Stromänderungsgeschwindigkeit, wenn IGBT ausgeschaltet ist

$L1 + L2 + L3$: Drahtinduktanzwert

[0010] In dem Fall eines IGBT in der 100-Ampère-Klasse beträgt, da sein di/dt ein Maximum von ungefähr $2.000 \text{ A}/\mu\text{s}$ ist, als ein Beispiel der Stoßbetrag $(L1 + L2 + L3) \cdot di/dt$ gemäß Gleichung 160 V, wenn $L1 + L2 + L3 = 30 \text{ nH}$.

[0011] Infolgedessen, aufgrund des Vorhandenseins von L1, L2, L3, L4 und L5, nimmt der Wert der Spitzenspannung, die an den IGBT angelegt ist, wenn der IGBT ausgeschaltet wird, in Bezug auf die Gleichspannung E_{dp} um den Betrag der Stoßspannung in Gleichung 2 zu, was bedeutet, dass der IGBT-Chip und der parallel mit diesem geschaltete Chip Chips mit hoher Nennspannung sein müssen. Normalerweise ist ein Chip mit hoher Nennspannung dergestalt, dass der Chipbereich im Verhältnis zur Nennspannung grob zunimmt, was bedeutet, dass das Modul größer wird und die Kosten steigen.

[0012] Insbesondere wenn eine Erhöhung des Modulstroms (eine Erhöhung der Kapazität) angestrebt wird, nimmt das Volumen des Moduls zu, was bedeutet, dass die Länge der Verdrahtung in dem Modul zwangsläufig zunimmt. Da die di/dt beim Schalten in angenähertem Verhältnis zum Stromwert

ebenfalls zunimmt, steigt auch die Stoßspannung ΔV gemäß Gleichung 2 in Bezug auf eine Erhöhung des Nennstroms des Moduls exponentiell an. Aus diesem Grund ergibt sich eine Begrenzung beim Erreichen einer Erhöhung der Kapazität in einem Modul. Inzwischen ist es, obwohl eine Erhöhung der Kapazität routinemäßig ausgeführt wird, indem Module parallel geschaltet werden, notwendig, die Erhöhung der Kosten im Vergleich zur Konfigurierung mit einem Modul und das Ungleichgewicht des Stroms zwischen den parallelen Schaltungen zu betrachten, was bedeutet, dass insofern ein Problem vorliegt, als die parallele Schaltung während der Gestaltung unterbelastet bzw. herabgesetzt werden muss.

[0013] Die US 2010 / 0 039 843 A1 bezieht sich auf eine Reihenschaltung, wobei IGBTs und ein Wechselstromschalter in einem Gehäuse enthalten sind. Die Reihenschaltung wird zwischen den Polen einer Gleichstromquelle und der Wechselstromschalter zwischen einem Neutralpunkt der Gleichstromquelle und einem Reihenschaltpunkt zwischen den IGBTs geschaltet. Geradlinige Stromschienen werden verwendet, um die Anschlüsse auf dem Gehäuse mit der Gleichstromquelle zu verbinden.

[0014] Die US 2009/ 0 251 858 A1 bezieht sich auf einen elektrischen Leistungswandler mit einem Hauptkreisabschnitt, der ein Halbleitermodul und eine Kühlvorrichtung beinhaltet. Ein Substratabschnitt einer Steuerschaltung ist elektrisch mit einem Signalanschluss des Halbleitermoduls verbunden, und ein Abschnitt der Leistungsverdrahtung ist mit einem Hauptelektrodenanschluss des Halbleitermoduls verbunden. Der Hauptstromkreisabschnitt ist zwischen einem Substratabschnitt der Steuerschaltung und dem Abschnitt der Leistungsverdrahtung angeordnet.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0015] Zur Lösung der vorstehend beschriebenen Probleme sind gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung mit einem Leistungshalbleitermodul, wie etwa einem IGBT, der bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformenstufen angewendet wird, ein erster IGBT, eine Diode, deren Kathode mit dem Emitter des ersten IGBT verbunden ist, und ein zweiter IGBT mit Rückwärtssperrespannung, dessen Emitter mit dem Emitter des ersten IGBT verbunden ist, in einem Gehäuse untergebracht, und jeder von dem Kollektor des ersten IGBT, dem Kollektor des zweiten IGBT, dem Verbindungspunkt des Emitters des ersten IGBT und des Emitters des zweiten IGBT und der Anode der Diode ist ein externer Anschluss.

[0016] Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist mit dem Leistungshalbleitermodul gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung der Kollektor des ersten

IGBT vorzugsweise ein Anschluss P, der mit der positiven Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der Kollektor des zweiten IGBT ist vorzugsweise ein Anschluss M, der mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der Verbindungspunkt des Emitters des ersten IGBT und des Emitters des zweiten IGBT ist vorzugsweise ein Ausgangsanschluss U, die Anode der Diode ist ein Anschluss N, der mit der negativen Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung ist vorzugsweise in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P, Anschluss M, Anschluss N und Anschluss U angeordnet.

[0017] Gemäß einem dritten Aspekt der Erfindung sind mit einem Leistungshalbleitermodul, wie etwa einem IGBT, der bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, ein erster IGBT, eine Diode, deren Anode mit dem Kollektor des ersten IGBT verbunden ist, und ein zweiter IGBT mit Rückwärtssperrespannung, dessen Kollektor mit dem Kollektor des ersten IGBT verbunden ist, in einem Gehäuse untergebracht, und jeder von dem Emitter des ersten IGBT, dem Emitter des zweiten IGBT, dem Verbindungspunkt des Kollektors des ersten IGBT und des Kollektors des zweiten IGBT und der Kathode der Diode ist ein externer Anschluss.

[0018] Gemäß einem vierten Aspekt der Erfindung ist mit dem Leistungshalbleitermodul gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung der Emitter des ersten IGBT vorzugsweise ein Anschluss N, der mit der negativen Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der Emitter des zweiten IGBT ist vorzugsweise ein Anschluss M, der mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der Verbindungspunkt des Kollektors des ersten IGBT und des Kollektors des zweiten IGBT ist vorzugsweise ein Ausgangsanschluss U, die Kathode der Diode ist vorzugsweise ein Anschluss P, der mit der positiven Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung ist vorzugsweise in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P, Anschluss M, Anschluss N und Anschluss U angeordnet.

[0019] Gemäß einem fünften Aspekt der Erfindung sind mit einem Leistungshalbleitermodul, wie etwa einem IGBT, der bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, ein erster IGBT, eine Diode, deren Kathode mit dem Emitter des ersten IGBT verbunden ist, und eine Reihenschaltung einer zweiten Diode und eines zweiten IGBT, dessen eines Ende mit dem Emitter des ersten IGBT verbunden ist, in einem Gehäuse untergebracht, und jeder von dem Kollektor des ersten IGBT, dem anderen Ende der Reihenschaltung, dem Verbindungspunkt des Emit-

ters des ersten IGBT und des einen Endes der Reihenschaltung und der Anode der ersten Diode ist ein externer Anschluss.

[0020] Gemäß einem sechsten Aspekt der Erfindung ist mit dem Leistungshalbleitermodul gemäß dem fünften Aspekt der Erfindung der Kollektor des ersten IGBT vorzugsweise ein Anschluss P, der mit der positiven Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, das andere Ende der Reihenschaltung ist vorzugsweise ein Anschluss M, der mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der Verbindungspunkt des Emitters des ersten IGBT und des einen Endes der Reihenschaltung ist vorzugsweise ein Ausgangsanschluss U, die Anode der ersten Diode ist vorzugsweise ein Anschluss N, der mit der negativen Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung ist vorzugsweise in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P, Anschluss M, Anschluss N und Anschluss U angeordnet.

[0021] Gemäß einem siebten Aspekt der Erfindung sind mit einem Leistungshalbleitermodul, wie etwa einem IGBT, der bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, ein erster IGBT, eine erste Diode, deren Anode mit dem Kollektor des ersten IGBT verbunden ist, und eine Reihenschaltung einer zweiten Diode und eines zweiten IGBT, dessen eines Ende mit dem Kollektor des ersten IGBT verbunden ist, in einem Gehäuse untergebracht, und jeder von dem Emitter des ersten IGBT, dem anderen Ende der Reihenschaltung, dem Verbindungspunkt des Emitters des ersten IGBT und der Reihenschaltung und der Kathode der ersten Diode ist ein externer Anschluss.

[0022] Gemäß einem achten Aspekt der Erfindung ist mit dem Leistungshalbleitermodul gemäß dem siebten Aspekt der Erfindung der Emitter des ersten IGBT vorzugsweise ein Anschluss N, der mit der negativen Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, das andere Ende der Reihenschaltung ist vorzugsweise ein Anschluss M, der mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der Verbindungspunkt des Kollektors des ersten IGBT und des einen Endes der Reihenschaltung ist vorzugsweise ein Ausgangsanschluss U, die Kathode der ersten Diode ist vorzugsweise ein Anschluss P, der mit der positiven Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung ist vorzugsweise in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P, Anschluss M, Anschluss N und Anschluss U angeordnet.

[0023] Gemäß einem neunten Aspekt der Erfindung werden in einer mehrstufigen Leistungswandler-

schaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformenstufen die Anschlussanordnung des Leistungshalbleitermoduls gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung und die Anschlussanordnung des Leistungshalbleitermoduls gemäß dem vierten Aspekt der Erfindung dadurch, dass die beiden Halbleiterleistungsmodule nebeneinander angeordnet sind, vorzugsweise parallel zueinander.

[0024] Gemäß einem zehnten Aspekt der Erfindung werden bei einer mehrstufigen Leistungswandlerschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformenstufen die Anschlussanordnung des Leistungshalbleitermoduls gemäß dem sechsten Aspekt der Erfindung und die Anschlussanordnung des Leistungshalbleitermoduls gemäß dem achten Aspekt der Erfindung dadurch, dass die beiden Halbleiterleistungsmodule nebeneinander angeordnet sind, vorzugsweise parallel zueinander.

[0025] Gemäß der Erfindung ist es mit einem Leistungshalbleitermodul, das in einer mehrstufigen Wandlerschaltung mit drei oder mehr Stufen möglich, Strom zu übertragen, ohne dass er durch einen externen Draht fließt, indem die Chips innerhalb des Moduls mit einer Schaltung konfiguriert werden, die auf einen Kommutierungsvorgang konzentriert ist. Als Ergebnis hiervon ist es möglich, den Nennstrom ungefähr doppelt so groß im Vergleich mit einem bereits bekannten Modul mit dem gleichen Volumen mit kaum einer Änderung des Werts der Drahtinduktanz innerhalb des Moduls zu machen, und es ist möglich, eine Kostenerhöhung selbst dann zu begrenzen, wenn es eine Erhöhung der Kapazität gibt.

[0026] Durch Anwenden der Module der Erfindung bei einem Leistungsumformungssystem, das von einem Wechselstrom in einen Gleichstrom oder von einem Gleichstrom in einen Wechselstrom umformt, ist es möglich, die Stoßspannung beim Umschalten zu verringern. Des Weiteren ist es möglich, wenn die Module in einer mehrfachen parallelen Schaltung angewendet werden, bei der Gestaltung eine Stromherabsetzung zu verringern. Als Ergebnis hiervon sind kleine, preisgünstige Leistungshalbleitermodule, eine Verringerung der Anzahl der Drähte in einem Umformungssystem, eine Miniaturisierung des Systems und eine Senkung der Kosten möglich.

[0027] Merkmale, Bestandteile und spezifische Einzelheiten der Aufbauten der vorstehend beschriebenen Aspekte können ausgetauscht oder kombiniert werden, um weitere Aspekte zu bilden, die für den jeweiligen Anwendungszweck optimiert sind. Soweit jene Modifikationen für einen Fachmann auf dem Gebiet leicht erkennbar sind, sollen sie der Kürze und Prägnanz der vorliegenden Beschreibung halber durch die obige Beschreibung implizit offenbart sein,

ohne jede mögliche Kombination explizit zu spezifizieren.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein Schaltungsconfigurationsdiagramm, das ein erstes funktionsfähiges Beispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 2 ist ein Schaltungsconfigurationsdiagramm, das ein zweites funktionsfähiges Beispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 3 ist ein Schaltungsconfigurationsdiagramm, das ein drittes funktionsfähiges Beispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 4 ist ein Schaltungsconfigurationsdiagramm, das ein viertes funktionsfähiges Beispiel der Erfindung zeigt;

Fig. 5 ist ein Schaltungsconfigurationsdiagramm einer Phase einer dreiphasigen Konverterschaltung;

Fig. 6 ist ein Beispiel eines dreistufigen Konverterschaltungsmoduls;

Fig. 7 zeigt ein Verdrahtungsaufbaubeispiel von Modulen und Kondensatoren (einphasig);

Fig. 8A bis 8C sind Vorgangsdarstellungen, die einen ersten Kommutierungsvorgang eines Stroms zeigen, während ein Inverter in Betrieb ist;

Fig. 9A bis 9C sind Vorgangsdarstellungen, die einen zweiten Kommutierungsvorgang des Stroms zeigen, während der Inverter in Betrieb ist;

Fig. 10 ist ein Schaltungsdiagramm, das ein Beispiel einer Anwendung bei einer fünfstufigen Inverterschaltung zeigt;

Fig. 11 zeigt ein Hauptschaltungsconfigurationsdiagramm eines dreistufigen Inverters;

Fig. 12 zeigt ein Beispiel einer dreistufigen Inverterausgangs-Spannungswellenform;

Fig. 13A und 13B sind Beispiele einer Konfiguration eines bidirektionalen Schalters;

Fig. 14 ist ein Hauptschaltungsconfigurationsdiagramm eines Doppelkonverters (Konverter + Inverter);

Fig. 15A und 15B sind ein Beispiel eines bereits bekannten dreistufigen Konverterschaltungsmoduls;

Fig. 16 ist ein inneres gleichwertiges Schaltungsdiagramm des bereits bekannten dreistufigen Konverterschaltungsmoduls;

Fig. 17 ist ein Schaltungsdiagramm zum Veranschaulichen eines bereits bekannten Problems; und

Fig. 18 ist ein Beispiel von Strom- und Spannungswellenformen, wenn ein IGBT ausgeschaltet ist.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DES AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0028] Das Wesentliche der Erfindung liegt in der Konfiguration einer Phase einer Konverterschaltung mit drei oder mehr Stufen durch Kombinieren von zwei Arten von Leistungshalbleitermodulen, die einen von den Ober- und Unterarm-IGBTs, die andere Diode und eines der Elemente, die den bidirektionalen Schalter konfigurieren, als Leistungshalbleitermodule beinhalten, die eine Phase einer Konverterschaltung von drei Stufen oder mehr konfigurieren, wobei ein bidirektionaler Schalter zwischen einem Reihenschaltungspunkt einer Ober- und Unterarm-IGBT-Reihenschaltung und einem Gleichstromleistungsquellen-Zwischenpunkt verbunden ist.

Funktionsfähiges Beispiel 1

[0029] **Fig. 1** und **2** zeigen ein erstes funktionsfähiges Beispiel der Erfindung. In **Fig. 1** und **2**, die dem ersten und zweiten Aspekt bzw. dem dritten und vierten Aspekt der Erfindung entsprechen, ist ein Halbleiterelement, das mit einem Potenzial C_m einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, ein IGBT, der eine Rückwärtssperrenspernung aufweist, und die Form des Moduls ist der in **Fig. 6** gezeigte äußere Aufbau. **Fig. 5** und **7** sind ein funktionsfähiges Beispiel, wenn die Module bei einem dreistufigen Inverter (einem Konverter bzw. Umformer von einem Gleichstrom in einen Wechselstrom) angewendet werden.

[0030] Ein Modul MJ1 der **Fig. 1**, das einen IGBT T1, dessen Kollektor mit der positiven Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, eine Diode D2, deren Anode mit der negativen Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und einen Bidirektionaler-Schalter-rückwärts-sperrender-Typ-IGBT T4 beinhaltet, ist von einer Konfiguration, in der der IGBT-T1-Kollektor mit einem Anschluss P verbunden ist, der Rückwärts-sperrender-Typ-IGBT-T4-Kollektor mit einem Anschluss M verbunden ist und ein Verbindungspunkt des Rückwärts-sperrender-Typ-IGBT-T4-Emitters, des IGBT-T1-Emitters und der Diode D2 mit einem Anschluss U verbunden ist.

[0031] Ein Modul MJ2 der **Fig. 2**, das einen IGBT T2, dessen Emitter mit der negativen Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, eine Diode D1, deren Kathode mit der positiven Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden

ist, und einen Bidirektionaler-Schalter-rückwärts-sperrender-Typ-IGBT T3 beinhaltet, ist von einer Konfiguration, in der der IGBT-T2-Emitter mit einem Anschluss N verbunden ist, der Rückwärts-sperrender-Typ-IGBT-T3-Emitter mit einem Anschluss M verbunden ist und ein Verbindungspunkt des IGBT-T2-Kollektors, des Rückwärts-sperrender-Typ-IGBT-T3-Kollektors und der Diode-D1-Anode mit einem Anschluss U verbunden ist.

[0032] **Fig. 5** zeigt ein Schaltungsdiagramm, in dem eine Schaltung von einer Phase eines dreistufigen Inverters unter Verwendung der Module MJ1 und MJ2 konfiguriert ist. Die Schaltung einer Phase des dreistufigen Inverters ist konfiguriert, indem die Anschlüsse P, die Anschlüsse N und die Anschlüsse U jedes Moduls miteinander verbunden sind.

[0033] **Fig. 6** zeigt eine Außenansicht der Module MJ1 und MJ2. Auch zeigt **Fig. 7** ein Beispiel einer Aufbauansicht, in der die Module MJ1 und MJ2 durch Leiter mit einer Kondensator-Reihenschaltung verbunden sind, die als Gleichstromleistungsquelle dient. Die Kondensatoren C11 und C12 sowie die Kondensatoren C21 und C22 sind parallel geschaltet und weiterhin in Reihe geschaltet, was die Gleichstromleistungsquelle konfiguriert.

[0034] Die Module sind nebeneinander angeordnet, so dass die Anschlüssenanordnungen der Module parallel zueinander sind, der Anschluss P jedes Moduls und die positivseitigen Potentiale C_p der parallel geschalteten Kondensatoren C11 und C12 durch einen Leiter A verbunden sind, der Anschluss M jedes Moduls, Zwischenpunktpotentiale C_{m1} der parallel geschalteten Kondensatoren C11 und C12 und Zwischenpunktpotentiale C_{m2} der Kondensatoren C21 und C22 durch einen Leiter B und der Anschluss N jedes Moduls und negativseitige Potentiale C_n der parallel geschalteten Kondensatoren C21 und C22 durch einen Leiter C.

[0035] Auch ist der Anschluss U jedes Moduls durch einen Leiter D verbunden, wodurch ein Wechselstromanschluss gebildet wird.

[0036] Durch nebeneinander Anordnen der Module MJ1 und MJ2, so dass die Anschlüssenanordnungen parallel zueinander sind, wie vorstehend beschrieben, ist es möglich, die Anschlüsse P, M, N und U jedes Moduls nahe zusammen zu bringen. Als Ergebnis hiervon ist es leicht möglich, die Übernahme eines parallelen flachen Plattenaufbaus zu übernehmen, mit dem Ziel, die Verdrahtung zwischen den Kondensatoren und Modulen zu verkürzen, wie in **Fig. 7** gezeigt, und die Drahtinduktanz zu verringern.

[0037] Durch Verwendung von dreien dieser Konfiguration ist es möglich, einen dreiphasigen dreistufi-

gen Inverter oder dreiphasigen dreistufigen Konverter zu konfigurieren.

[0038] Fig. 8A bis 8C zeigen ein Beispiel eines Kommutierungsvorgangsmodus 1 des Stroms, während der Inverter in Betrieb ist. Dies ist ein Vorgang, wenn der Strom von der Gleichstromleistungsquelle zur Lastseite (Seite des Reaktors L_o) fließt. Wenn der IGBT T1 aus dem Zustand der Fig. 8A ausgeschaltet wird, wird der Strom zur Seite des IGBT T4 übertragen, wie in Fig. 8B gezeigt. Wenn der IGBT T1 aus dem Zustand der Fig. 8B eingeschaltet wird, wird auch der Strom zur Seite des IGBT T1 übertragen, wie in Fig. 8A gezeigt.

[0039] Inzwischen wird, wenn der IGBT T4 aus dem Zustand der Fig. 8B ausgeschaltet wird, der Strom zur Seite der Diode D2 übertragen, wie in Fig. 8C gezeigt. Wenn der IGBT T4 aus dem Zustand der Fig. 8C eingeschaltet wird, wird auch der Strom zur Seite des IGBT T4 übertragen, wie in Fig. 8B gezeigt.

[0040] Fig. 9A bis 9C zeigen ein Beispiel eines Kommutierungsvorgangsmodus 2 des Stroms, während der Inverter in Betrieb ist. Dies ist ein Vorgang, wenn der Strom von der Lastseite (Seite des Reaktors L_o) zur Gleichstromleistungsquelle fließt. Wenn der IGBT T2 aus dem Zustand der Fig. 9A ausgeschaltet wird, wird der Strom zur Seite des IGBT T3 übertragen, wie in Fig. 9B gezeigt. Wenn der IGBT T2 aus dem Zustand der Fig. 9B eingeschaltet wird, wird auch der Strom zur Seite des IGBT T2 übertragen, wie in Fig. 9A gezeigt.

[0041] Inzwischen wird, wenn der IGBT T3 aus dem Zustand der Fig. 9B ausgeschaltet wird, der Strom zur Seite der Diode D1 übertragen, wie in Fig. 9C gezeigt. Wenn der IGBT T3 aus dem Zustand der Fig. 9C eingeschaltet wird, wird auch der Strom zur Seite des IGBT T3 übertragen, wie in Fig. 9B gezeigt.

[0042] Wie zuvor beschrieben, ist es, da der IGBT T1, T4 oder die Diode D2 eine Kontinuität mit der in den Fig. 8A bis 8C gezeigten Ausgangsstrompolarität aufweist, im Fall des Moduls MJ1 der Fig. 1 möglich, dass der Strom übertragen wird, ohne durch einen externen Draht zu fließen. Da der IGBT T2, T3 oder die Diode D1 eine Kontinuität mit der in den Fig. 9A bis 9C gezeigten Ausgangsstrompolarität aufweist, ist es im Fall des Moduls MJ2 der Fig. 2 ebenfalls möglich, dass der Strom übertragen wird, ohne durch einen externen Draht zu fließen.

Funktionsfähiges Beispiel 2

[0043] Fig. 3 und 4 zeigen ein zweites funktionsfähiges Beispiel der Erfindung. Der Unterschied zum ersten funktionsfähigen Beispiel besteht darin, dass eine Reihenschaltung aus einer Diode und einem IGBT, der eine Rückwärtssperrspannung aufweist,

als das bidirektionale Schalterelement verwendet wird, das mit dem Zwischenpunktpotenzial C_m (C_{m1} und C_{m2}) der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist.

[0044] Ein in Fig. 3 gezeigtes Modul MJ3 ist von einer Konfiguration, bei der eine Reihenschaltung aus einer Diode D4 und einem IGBT T4a anstelle des IGBT T4 mit Rückwärtssperrspannung des Moduls 1 im funktionsfähigen Beispiel 1 verwendet wird, und ein in Fig. 4 gezeigtes Modul MJ4 ist von einer Konfiguration, bei der eine Reihenschaltung aus einer Diode D3 und einem IGBT T3a anstelle des IGBT T3 mit Rückwärtssperrspannung des Moduls 2 verwendet wird. Dabei können die Reihenschaltungsordnung der Diode D4 und des IGBT T4a sowie die Reihenschaltungsordnung der Diode D3 und des IGBT T3a umgekehrt werden. Die Hauptschaltungskonfiguration und der Hauptschaltungsvorgang sind auch die gleichen wie diejenigen des ersten funktionsfähigen Beispiels.

[0045] In den funktionsfähigen Beispielen ist ein Beispiel einer Anwendung bei einer Inverterschaltung gezeigt, die einen Wechselstrom aus einem Gleichstrom erzeugt, aber das Gleiche gilt auch für die Anwendung bei einer Konverter (PWM-Gleichrichter)-schaltung, die einen Gleichstrom aus einem Wechselstrom erzeugt.

Funktionsfähiges Beispiel 3

[0046] Fig. 10 zeigt ein drittes funktionsfähiges Beispiel der Erfindung. Es ist ein Beispiel einer Anwendung bei einer fünfstufigen Leistungskonverterschaltung. Es ist eine Konfiguration einer Phase eines fünfstufigen Konverters, in dem die Kondensatoren C1 bis C4 als Gleichstromleistungsquelle in Reihe geschaltet sind, fünf Potenziale mit dem höchsten Potenzial bei C_p und dem niedrigsten Potenzial bei C_n hergestellt sind und jedes Potenzial der Lastseite über einen Reaktor L_o in einem Schaltkreis zugeführt wird. Da es die in Fig. 7 gezeigte dreistufige Inverterkonfiguration ist, die zu einer fünfstufigen Konfiguration gemacht wird, ist es möglich, die Leistungshalbleitermodule der Erfindung auf die gleiche Weise wie bei der dreistufigen Inverterschaltung anzuwenden. Es ist möglich, die Stufe frei zu ändern, indem die Anzahl der in Reihe geschalteten Kondensatoren und der Schaltkreis geändert werden.

[0047] In der Konfiguration der Fig. 10 werden das höchste Potenzial C_p , das niedrigste Potenzial C_n und die Zwischenpotenziale (C_{m3} und C_{m4}) an den Reaktor L_o unter Verwendung des in Fig. 1 gezeigten Leistungshalbleitermoduls MJ1 und des in Fig. 2 gezeigten Leistungshalbleitermoduls MJ2 ausgegeben, die zweithöchsten Potenziale (C_{m5} und C_{m6}) werden an den Reaktor L_o durch einen bidirektionalen Schalter BDS2 ausgegeben und die vierthöch-

ten Potenziale (C_{m1} und C_{m2}) werden an den Reaktor Lo durch einen bidirektionalen Schalter $BDS1$ ausgegeben. Die gleiche Wirkung wie bei der dreistufigen Konverterschaltung wird erhalten, indem die Module $MJ1$ und $MJ2$ nebeneinander angeordnet werden.

[0048] Auf die gleiche Weise wie bei dem dreistufigen Inverter und Konverter ist es auch möglich, die Module $MJ3$ und $MJ4$ anstatt der Module $MJ1$ und $MJ2$ zu verwenden.

[0049] Unter der Voraussetzung, dass sie von einer Konfiguration ist, bei der eine geteilte Gleichstromleistungsquelle und eine Reihenschaltung aus zwei Halbleiterschaltern, die zwischen den Gleichstromleistungsquellen geschaltet sind, verwendet werden und ein bidirektionaler Schalter zwischen dem Halbleiterschalterreihenverbindungs- und dem Gleichstromleistungsaufteilungspunkt verbunden ist, kann die Erfindung entweder mit einem Konverter oder einem Inverter realisiert werden.

[0050] Die Erfindung, die ein Vorschlag für ein Leistungshalbleitermodul ist, das bei einer Konverterschaltung von drei Stufen oder mehr angewendet werden kann, und für eine Konverterschaltung, bei der das Modul angewendet wird, kann bei einem unterbrechungsfreien Stromversorgungssystem, einem Motorantriebssystem, einem Gitterverbindungssystem und dergleichen verwendet werden.

[0051] Merkmale, Bestandteile und spezifische Einzelheiten der Aufbauten der vorstehend beschriebenen Aspekte und funktionsfähigen Beispiele können ausgetauscht oder kombiniert werden, um weitere Aspekte zu bilden, die für den jeweiligen Anwendungszweck optimiert sind. Soweit jene Modifikationen für einen Fachmann auf dem Gebiet leicht erkennbar sind, sollen sie der Kürze und Prägnanz der vorliegenden Beschreibung halber durch die obige Beschreibung implizit offenbart sein, ohne jede mögliche Kombination explizit zu spezifizieren.

Patentansprüche

1. Leistungshalbleitermodul ($MJ1$), das bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, wobei ein erster IGBT ($T1$), eine Diode ($D2$), und ein zweiter IGBT ($T4$) mit Rückwärtssperrspannung in einem Gehäuse untergebracht sind, das Gehäuse einen ersten externen Eingangsanschluss (P) aufweist, der mit einem Kollektor des ersten IGBT ($T1$) verbunden ist, einen zweiten externen Eingangsanschluss (M) aufweist, der mit einem Kollektor des zweiten IGBT ($T4$) verbunden ist, einen dritten externen Eingangsanschluss (N) aufweist, der mit einer Anode der Diode ($D2$) verbunden

ist, und einen externen Ausgangsanschluss (U) aufweist, und die Kathode der Diode ($D2$) und der externe Ausgangsanschluss (U) mit dem Verbindungspunkt verbunden sind, der den Emitter des ersten IGBT ($T1$) und den Emitter des zweiten IGBT ($T4$) verbindet.

2. Leistungshalbleitermodul ($MJ1$) nach Anspruch 1, wobei der erste externe Eingangsanschluss (P) mit der positiven Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der zweite externe Eingangsanschluss (M) mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der dritte externe Eingangsanschluss (N) mit der negativen Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P , Anschluss M , Anschluss N und Anschluss U angeordnet ist.

3. Leistungshalbleitermodul ($MJ2$), das bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, wobei ein erster IGBT ($T2$), eine Diode ($D1$), und ein zweiter IGBT ($T3$) mit Rückwärtssperrspannung in einem Gehäuse untergebracht sind, das Gehäuse einen ersten externen Ausgangsanschluss (N) aufweist, der mit einem Emitter des ersten IGBT ($T2$) verbunden ist, einen zweiten externen Ausgangsanschluss (M) aufweist, der mit einem Emitter des zweiten IGBT ($T3$) verbunden ist, einen dritten externen Ausgangsanschluss (P) aufweist, der mit einer Anode der Diode ($D1$) verbunden ist, und einen externen Eingangsanschluss (U) aufweist, und die Anode der Diode ($D1$) und der externe Eingangsanschluss (U) mit dem Verbindungspunkt verbunden sind, der den Kollektor des ersten IGBT ($T2$) und den Kollektor des zweiten IGBT ($T3$) verbindet.

4. Leistungshalbleitermodul ($MJ2$) nach Anspruch 3, wobei der erste externe Ausgangsanschluss (N) mit der negativen Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der zweite externe Ausgangsanschluss (M) mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der dritte Ausgangsanschluss (P) mit der positiven Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P , Anschluss M , Anschluss N und Anschluss U angeordnet ist.

5. Leistungshalbleitermodul ($MJ3$), das bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, wobei ein erster IGBT ($T1$), eine erste Diode ($D2$), und eine Reihenschaltung einer zweiten Diode ($D4$) und

eines zweiten IGBT (T4a) in einem Gehäuse untergebracht sind, das Gehäuse einen ersten externen Eingangsanschluss (P) aufweist, der mit einem Kollektor des ersten IGBT (T1) verbunden ist, einen zweiten externen Eingangsanschluss (M) aufweist, der mit einem Ende der Serienschaltung (D4, T4a) verbunden ist, einen dritten externen Eingangsanschluss (N) aufweist, der mit einer Anode der Diode (D2) verbunden ist, und einen externen Ausgangsanschluss (U) aufweist, und die Kathode der Diode (D2) und der externe Ausgangsanschluss (U) mit dem Verbindungspunkt verbunden sind, der den Emitter des ersten IGBT (T1) und das eine Ende der Reihenschaltung (D4, T4a) verbindet.

6. Leistungshalbleitermodul (MJ3) nach Anspruch 5, wobei der erste externe Eingangsanschluss (P) mit der positiven Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der zweite externe Eingangsanschluss (M) mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der dritte externe Eingangsanschluss (N) mit der negativen Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P, Anschluss M, Anschluss N und Anschluss U angeordnet ist.

7. Leistungshalbleitermodul (MJ4), das bei einer mehrstufigen Konverterschaltung mit drei oder mehr Spannungswellenformstufen angewendet wird, wobei ein erster IGBT (T2), eine erste Diode (D1), und eine Reihenschaltung einer zweiten Diode (D3) und eines zweiten IGBT (T3a) in einem Gehäuse untergebracht sind, das Gehäuse einen ersten externen Ausgangsanschluss (N) aufweist, der mit einem Emitter des ersten IGBT (T2) verbunden ist, einen zweiten externen Ausgangsanschluss (M) aufweist, der mit einem Ende der Serienschaltung (D3, T3a) verbunden ist, einen dritten externen Ausgangsanschluss (P) aufweist, der mit einer Anode der Diode (D1) verbunden ist, und einen externen Eingangsanschluss (U) aufweist, und die Kathode der Diode (D1) und der externe Eingangsanschluss (U) mit dem Verbindungspunkt verbunden sind, der den Emitter des ersten IGBT (T2) und das andere Ende der Reihenschaltung (D3, T3a) verbindet.

8. Leistungshalbleitermodul (MJ4) nach Anspruch 7, wobei der erste externe Ausgangsanschluss (N) mit der negativen Elektrode einer Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der zweite externe Ausgangsanschluss (M) mit einem Zwischenpunkt der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, der dritte externe Ausgangsanschluss

(P) mit der positiven Elektrode der Gleichstromleistungsquelle verbunden ist, und die Anschlussanordnung in linearer Form in der Reihenfolge Anschluss P, Anschluss M, Anschluss N und Anschluss U angeordnet ist.

9. Leistungsumformungssystem, enthaltend: das erste Leistungshalbleitermodul (MJ1) nach Anspruch 2, wobei der erste externe Eingangsanschluss (P), der zweite externe Eingangsanschluss (M), der dritte externe Eingangsanschluss (N) und der externe Ausgangsanschluss (U) in dieser Reihenfolge von einer kurzen Seite des Gehäuses zur anderen kurzen Seite angeordnet sind, das zweite Leistungshalbleitermodul (MJ2) nach Anspruch 4, wobei der dritte externe Ausgangsanschluss (P), der zweite externe Ausgangsanschluss (M), der erste externe Ausgangsanschluss (N) und der externe Eingangsanschluss (U) in dieser Reihenfolge von einer kurzen Seite des Gehäuses zur anderen kurzen Seite angeordnet sind, wobei der dritte externe Ausgangsanschluss (P), angrenzend an den externen Eingangsanschluss (P) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ1) angeordnet ist, und der externe Eingangsanschluss (U) angrenzend an den externen Ausgangsanschluss (U) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ1) angeordnet ist, erste Kondensatoren (C11, C12) und zweite Kondensatoren (C21, C22), von denen jeder angrenzend an die jeweils eine kurze Seite des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ1) und des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ2) angeordnet ist, einen ersten Leiter (A), der den ersten externen Eingangsanschluss (P) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ1), den dritten externen Ausgangsanschluss (P) des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ2) und positivseitige Potenziale der ersten Kondensatoren (C11, C12) verbindet, einen zweiten Leiter (B), der den zweiten externen Eingangsanschluss (M) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ1), den zweiten externen Ausgangsanschluss (M) des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ2), Zwischenpotenziale (Cm1) der ersten Kondensatoren (C11, C12) und Zwischenpotenziale (Cm2) der zweiten Kondensatoren (C21, C22) verbindet, einen dritten Leiter (C), der den dritten externen Eingangsanschluss (N) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ1), den ersten externen Ausgangsanschluss (N) des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ2) und negativseitige Potenziale der zweiten Kondensatoren (C21, C22) verbindet.

10. Leistungsumformungssystem, enthaltend: das erste Leistungshalbleitermodul (MJ3) nach Anspruch 6, wobei der erste externe Eingangsanschluss (P), der zweite externe Eingangsanschluss (M), der dritte externe Eingangsanschluss (N) und der externe Ausgangsanschluss (U) in dieser Reihenfolge von einer kurzen Seite des Gehäuses zur

anderen kurzen Seite angeordnet sind, das zweite Leistungshalbleitermodul (MJ4) nach Anspruch 8, wobei der dritte externe Ausgangsanschluss (P), der zweite externe Ausgangsanschluss (M), der erste externe Ausgangsanschluss (N) und der externe Eingangsanschluss (U) in dieser Reihenfolge von einer kurzen Seite des Gehäuses zur anderen kurzen Seite angeordnet sind, wobei der dritte externe Ausgangsanschluss (P) angrenzend an den externen Eingangsanschluss (P) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ3) angeordnet ist, und der externe Eingangsanschluss (U) angrenzend an den externen Ausgangsanschluss (U) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ3) angeordnet ist, erste Kondensatoren (C11, C12) und zweite Kondensatoren (C21, C22), von denen jeder angrenzend an die jeweils eine kurze Seite des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ3) und des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ4) angeordnet ist, einen ersten Leiter (A), der den ersten externen Eingangsanschluss (P) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ3), den dritten externen Ausgangsanschluss (P) des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ4) und positivseitige Potenziale der ersten Kondensatoren (C11, C12) verbindet, einen zweiten Leiter (B), der den zweiten externen Eingangsanschluss (M) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ3), den zweiten externen Ausgangsanschluss (M) des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ4), Zwischenpotenziale (Cm1) der ersten Kondensatoren (C11, C12) und Zwischenpotenziale (Cm2) der zweiten Kondensatoren (C21, C22) verbindet, einen dritten Leiter (C), der den dritten externen Eingangsanschluss (N) des ersten Leistungshalbleitermoduls (MJ3), den ersten externen Ausgangsanschluss (N) des zweiten Leistungshalbleitermoduls (MJ4) und negativseitige Potenziale der zweiten Kondensatoren (C21, C22) verbindet.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

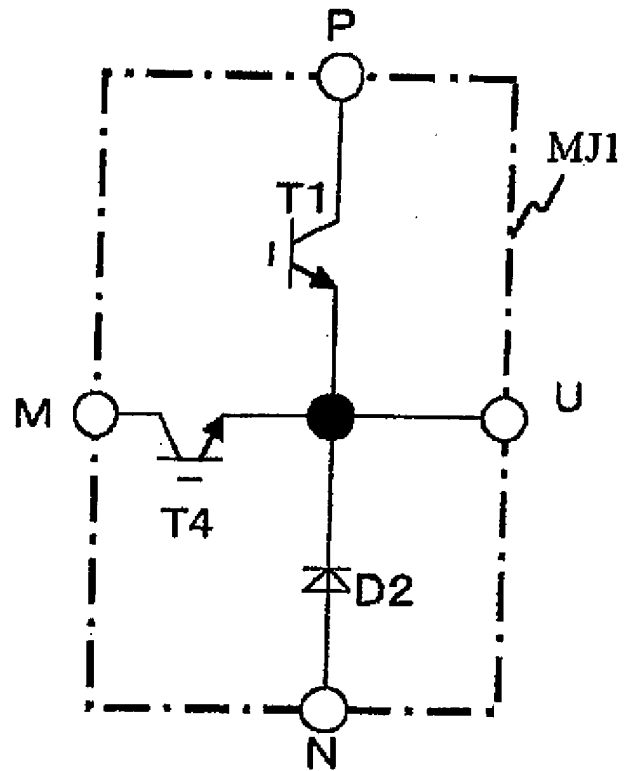


Fig. 2

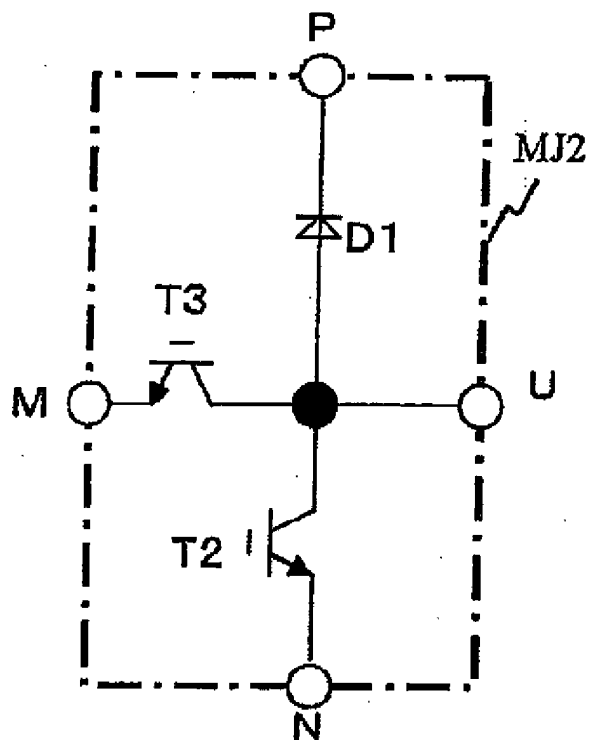


Fig. 3

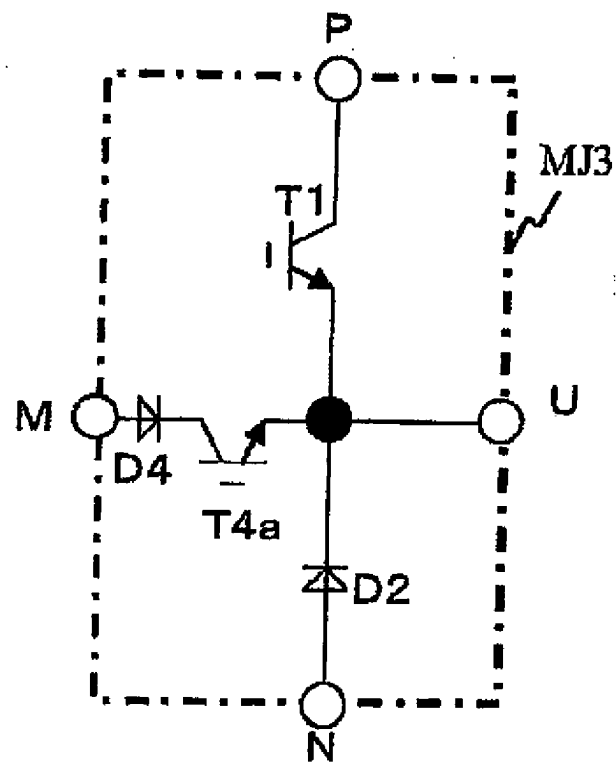


Fig. 4

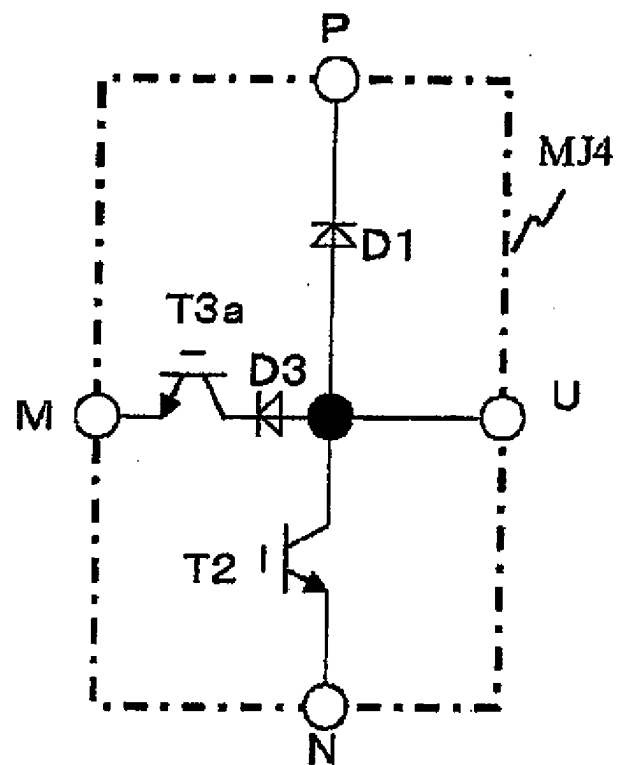


Fig. 5

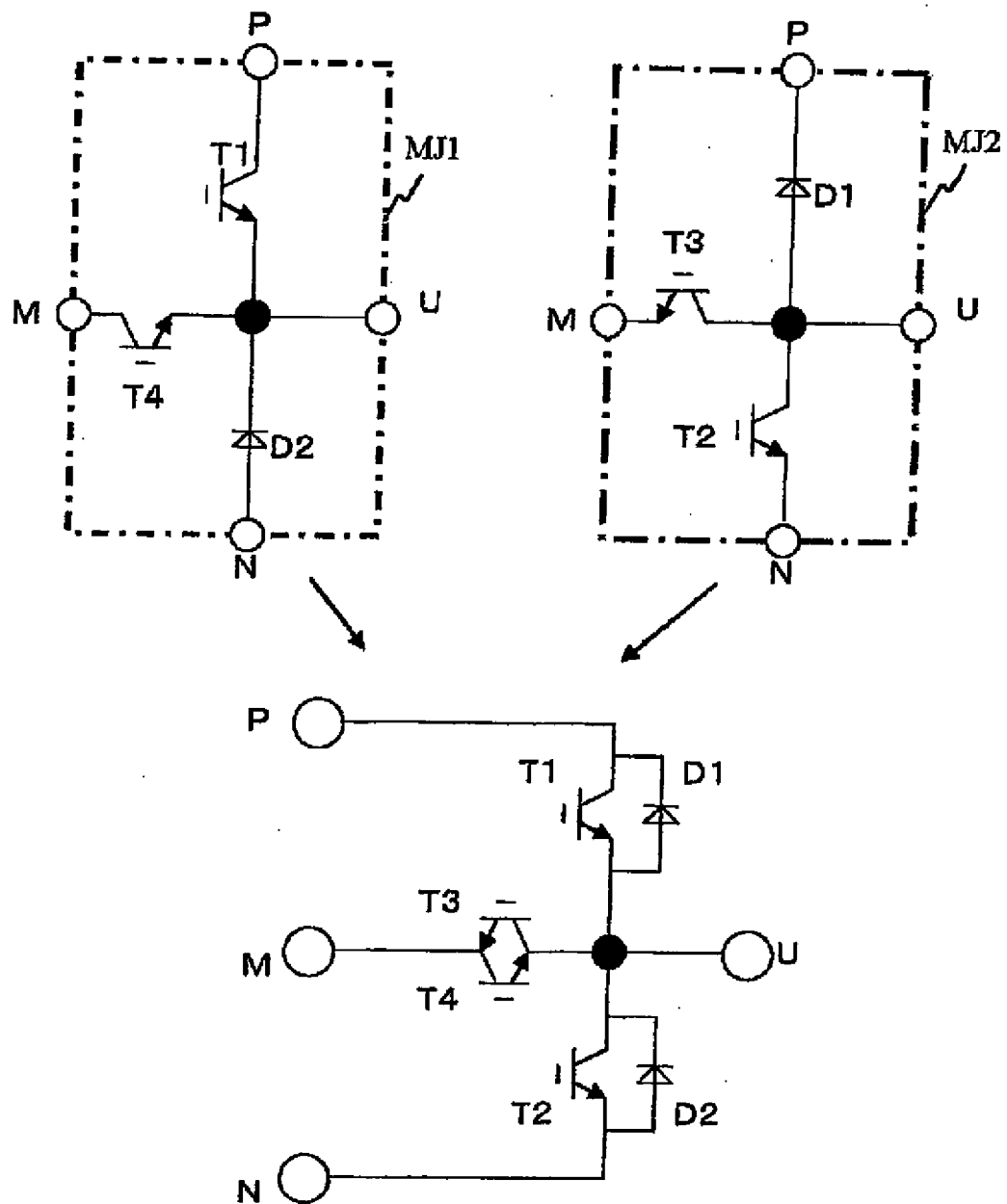


Fig. 6

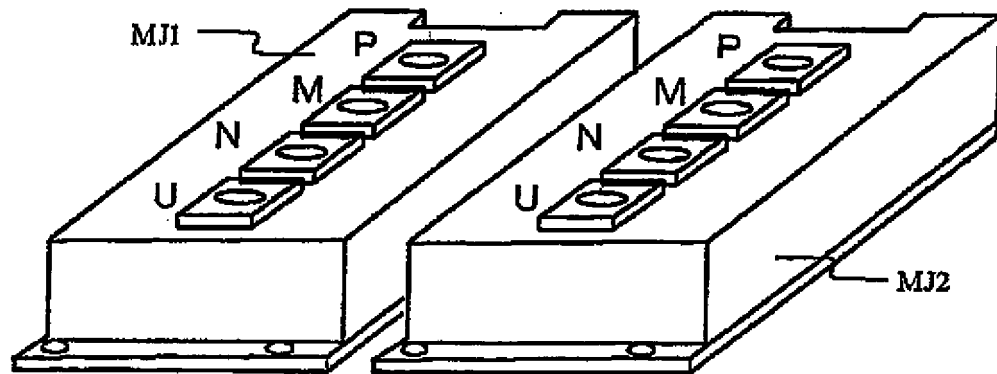
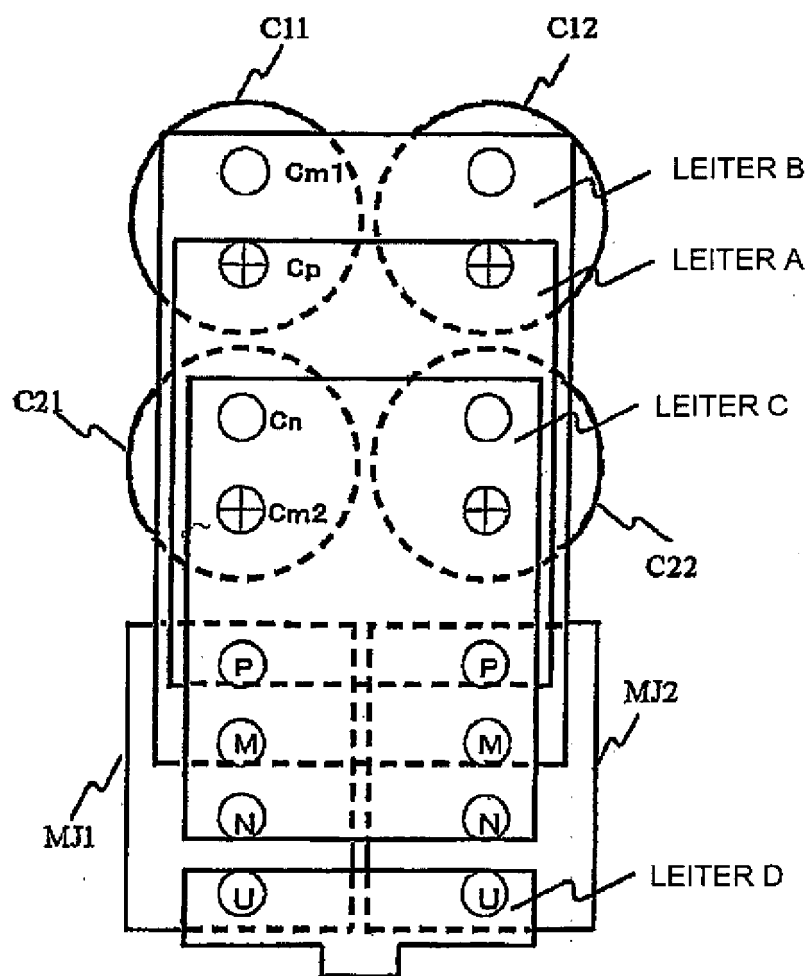


Fig. 7



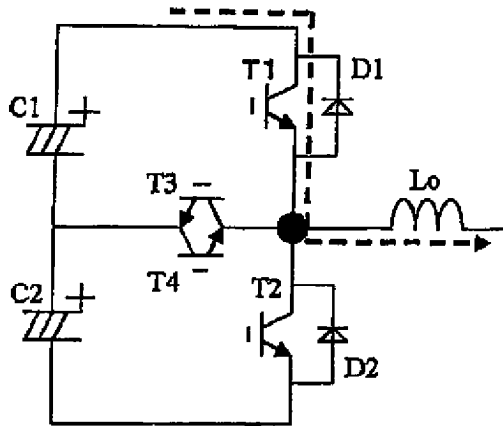


Fig. 8A

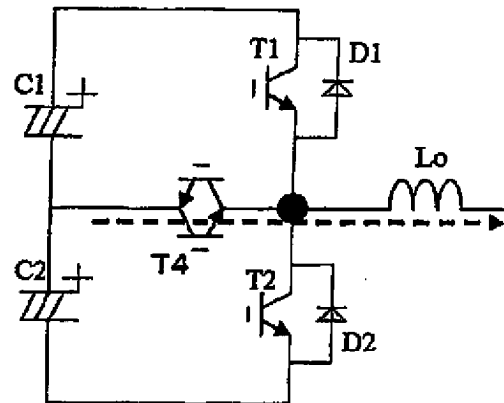


Fig. 8B

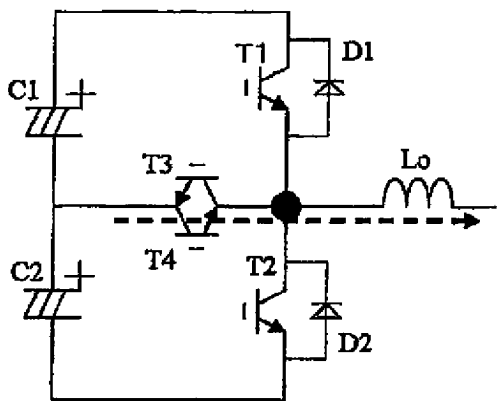


Fig. 8C

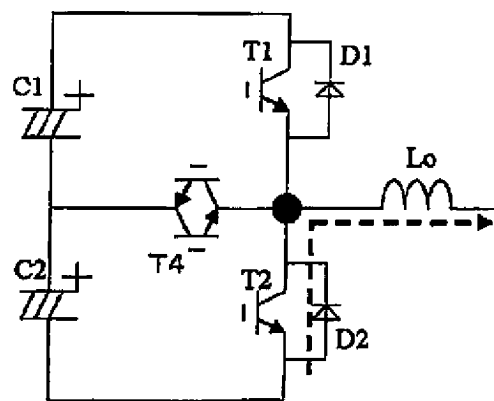


Fig. 8D

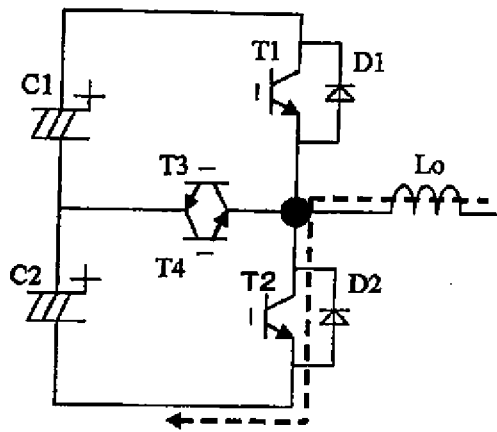


Fig. 9A

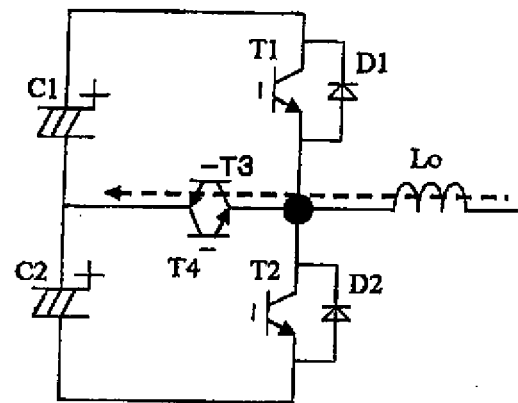


Fig. 9B

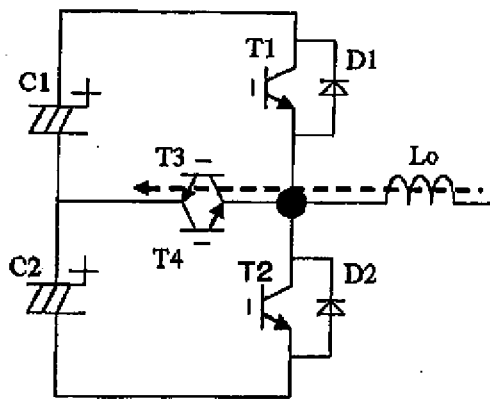


Fig. 9C

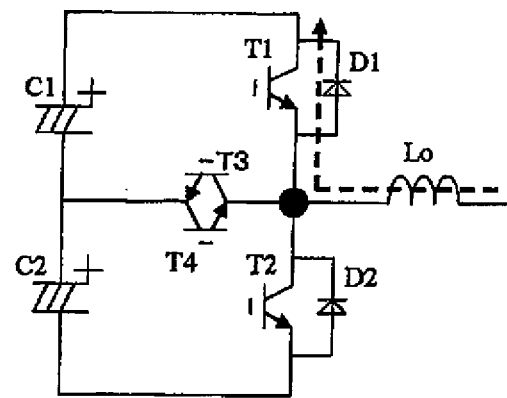


Fig. 9D

Fig. 10

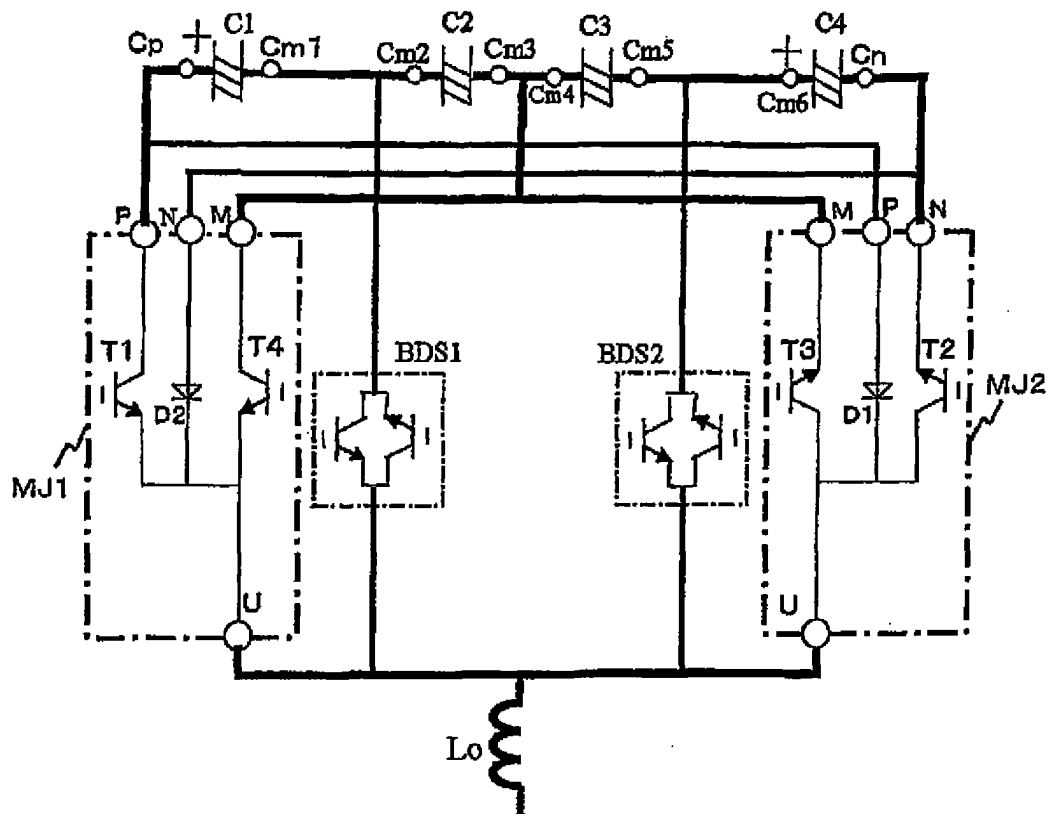


Fig. 11

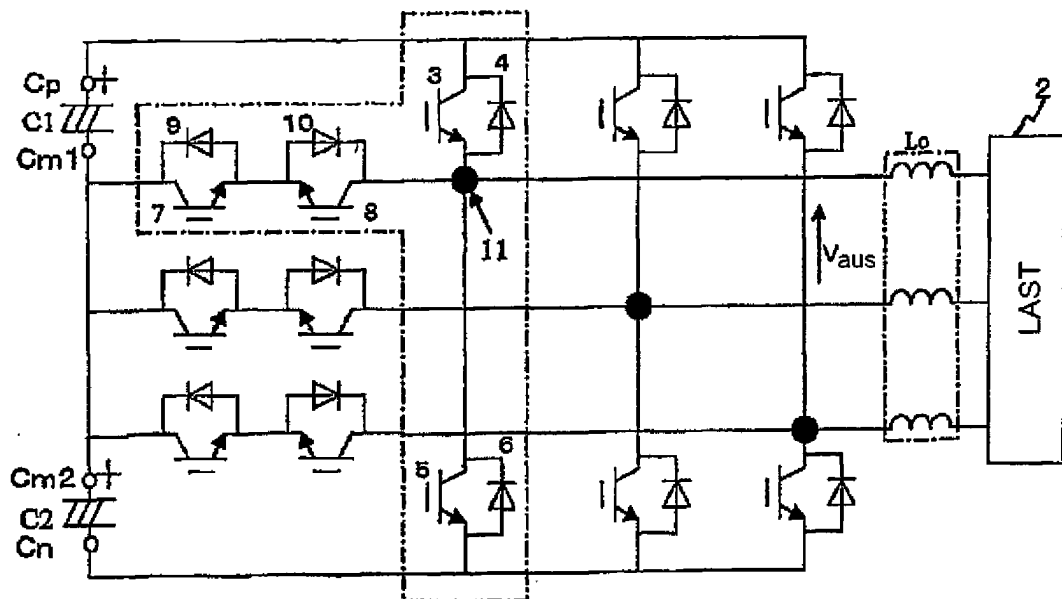


Fig. 12

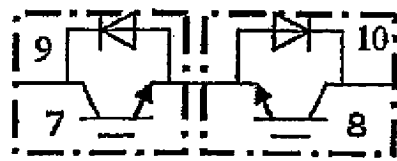
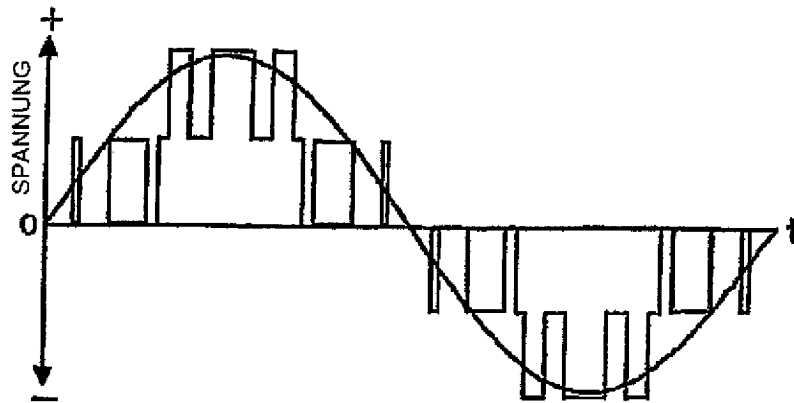


Fig. 13A

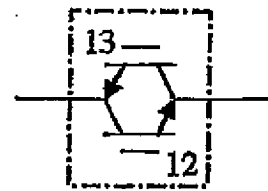


Fig. 13B

Fig. 14

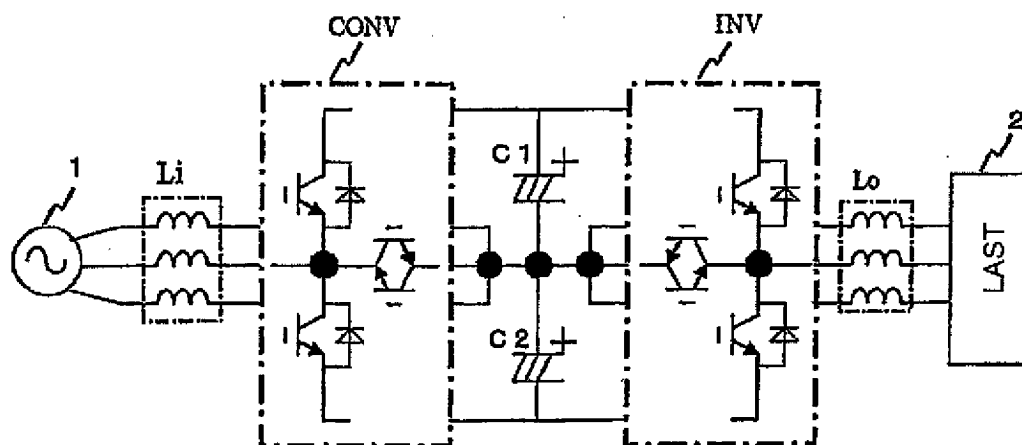


Fig. 15

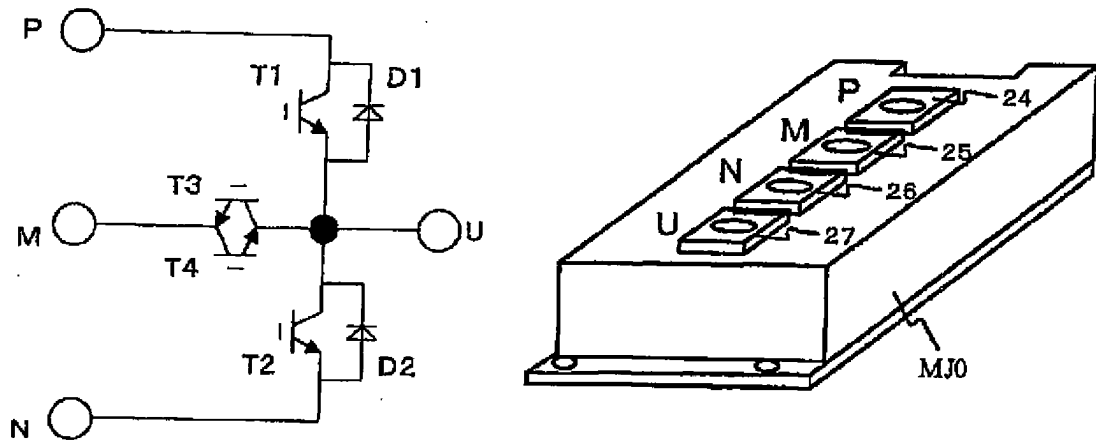


Fig. 16

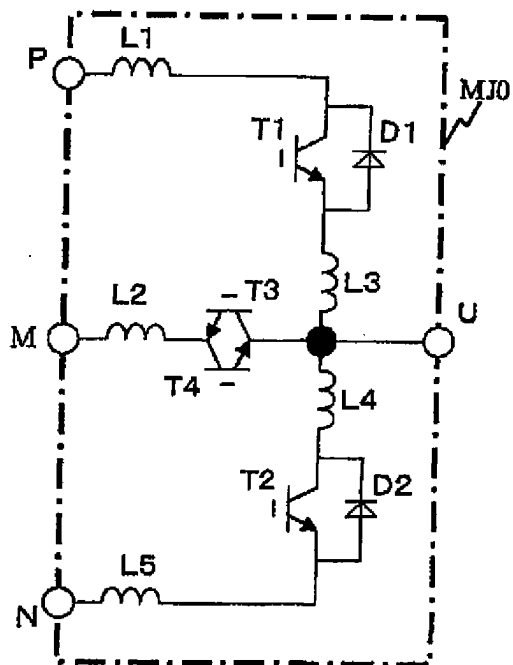


Fig. 17

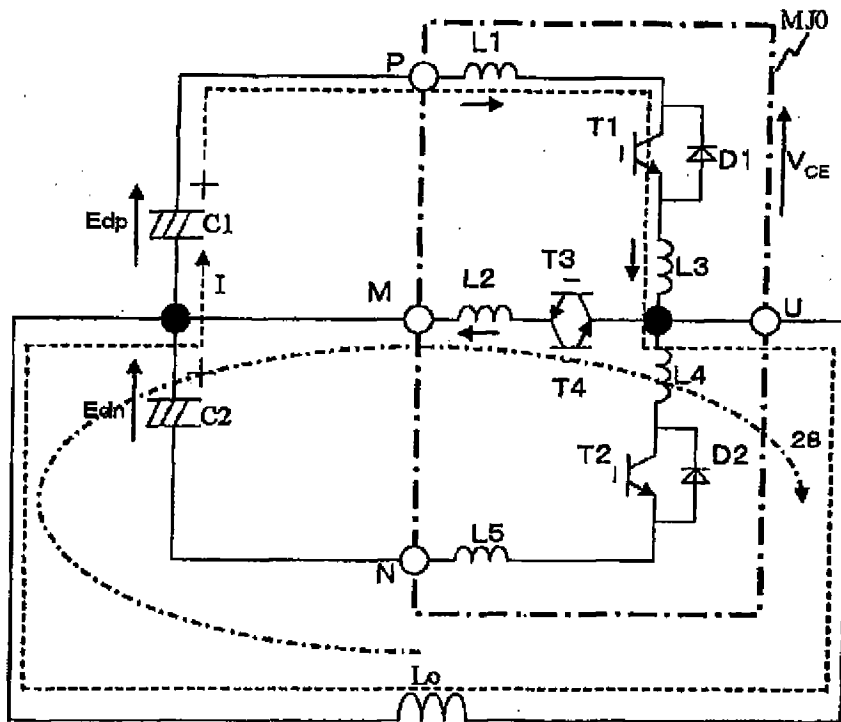


Fig. 18

