



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 14 292 T2** 2008.01.31

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 581 407 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B60L 11/12** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 14 292.3**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP03/14949**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 774 161.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/064235**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.11.2003**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **29.07.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **05.10.2005**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **06.06.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.01.2008**

(30) Unionspriorität:
2003004220 10.01.2003 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
**Toyota Jidosha Kabushiki Kaisha, Toyota, Aichi,
JP**

(72) Erfinder:
**SATO, Eiji c/o TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KA,
Toyota-shi, Aichi 471-8571, JP**

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(54) Bezeichnung: **SPANNUNGSWANDLER-GERÄT, COMPUTERLESBARES AUFNAHMEDIUM MIT DARAUF
AUFGENOMMENEN PROGRAMM ZUR VERANLASSUNG DES COMPUTERS FEHLERVERARBEITUNG AUSZU-
FÜHREN, UND FEHLERVERARBEITUNGSVERFAHREN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Spannungswandlergerät, das in der Lage ist, einen Fehler in einem Spannungswandler, der eine Gleichspannung aus einer Gleichspannungsstromversorgung in eine Ausgangsspannung wandelt, auf computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem Programm, das dort aufgezeichnet ist, um einen Computer zu veranlassen, eine Fehlerverarbeitung auszuführen, und auf ein Fehlerverarbeitungsverfahren.

Zum Stand der Technik

[0002] Seit kurzem ziehen Hybridfahrzeuge und elektrische Fahrzeuge großes Interesse als umweltfreundliche Fahrzeuge auf sich. Derartige Hybridfahrzeuge sind nun im Handel erhältlich.

[0003] Das Hybridfahrzeug verfügt über eine Stromversorgungsquelle, eine Gleichstromversorgung, einen Wechselrichter und einen Motor, den der Wechselrichter ansteuert, zusätzlich zu dem herkömmlichen Motor. Der Motor wird insbesondere angetrieben zur Stromerzeugung, während der Wechselrichter eine Gleichspannung aus der Gleichspannungsstromversorgung in eine Wechselstromspannung wandelt, um den Motor mit der Wechselspannung in Rotation zu versetzen und folglich Leistung zu erzeugen. Das elektrische Fahrzeug enthält eine Stromversorgungsquelle, eine Gleichstromlieferung, einen Wechselrichter und einen vom Wechselrichter angesteuerten Motor.

[0004] Einige Hybrid- oder Elektrofahrzeuge sind ausgelegt, die Gleichspannung aus der Gleichspannungsstromversorgung durch einen Aufwärtswandler heraufzusetzen und die heraufgesetzte Gleichspannung dem Wechselrichter zuzuführen, der den Motor ansteuert.

[0005] Die offengelegte japanische Patentanmeldung Nummer 2-308935 offenbart ein in [Fig. 13](#) gezeigtes elektrisches Gerät **300**. Dieses elektrische Gerät **300** ist in ein Hybridfahrzeug montiert. Unter Bezug auf [Fig. 13](#) verfügt das Elektrogerät **300** über eine Gleichstromversorgung **310**, eine Bypassleitung **311**, ein Relais **312**, einen Aufladungszerhacker **320**, einen Kondensator **326**, einen Wechselrichter **330**, einen elektrischen Gerätekörper **350** und über eine Magnetfeldsteuerung **360**.

[0006] Die Bypassleitung **311** und das Relais **312** sind an eine Stromversorgungsleitung und die positive Elektrode der Gleichstromversorgung **310** als Serienschaltung eingefügt.

[0007] Der Aufladungszerhacker **320** verfügt über eine Drosselspule **321**, über MOS-Transistoren **322**, **323** und über Dioden **324**, **325**. Ein Ende der Drosselspule **321** ist mit der Stromversorgungsleitung der Gleichstromversorgung **310** verbunden, und das andere Ende ist mit dem Zwischenpunkt zwischen den MOS-Transistor **322** und den MOS-Transistor **323** angeschlossen. Die MOS-Transistoren **322** und **323** sind als Serienschaltung an die Stromversorgungsleitung und eine Masseleitung geschaltet. Der MOS-Transistor **322** ist mit seinem Drainanschluß mit der Stromversorgungsleitung verbunden. Der MOS-Transistor **323** ist mit seinem Sourceanschluß mit der Masseleitung verbunden. Die Dioden **324**, **325** sind jeweils zwischen den Sourceanschluß und den Drainanschluß des jeweils zugehörigen MOS-Transistors **322**, **323** geschaltet, um den Stromfluß von außen zum Drainanschluß zu ermöglichen.

[0008] Der Wechselrichter **330** ist aus einem U-Phasenzweig **343**, einem V-Phasenzweig **344** und einem W-Phasenzweig **345** aufgebaut. Der U-Phasenzweig **343**, der V-Phasenzweig und der W-Phasenzweig **345** sind parallel zwischen die Stromversorgungsleitung und die Masseleitung geschaltet.

[0009] Der U-Phasenzweig **343** ist aus den in Serie geschalteten MOS-Transistoren **331** und **332** gebildet. Der V-Phasenzweig **344** ist aus den in Serie geschalteten MOS-Transistoren **333** und **334** gebildet. Der W-Phasenzweig **345** ist aus den in Serie geschalteten MOS-Transistoren **335** und **336** aufgebaut. Die Dioden **337** bis **342** sind jeweils mit dem Source- und dem Drainanschluß der zugehörigen MOS-Transistoren **331** bis **336** verbunden, um den Stromfluß von der Sourceseite zur Drainseite zu ermöglichen.

[0010] Das elektrische Gerätegehäuse **350** verfügt über drei Phasenspulen und dient als Stromgenerator und als Motor für eine Maschine. Die Phasenzweige U, V, W vom Wechselrichter **330** sind mit ihren jeweiligen Zwischenpunkten mit den jeweiligen Endanschlüssen der U-, V-, W-Phasenspulen des elektrischen Gerätegehäuses **350** verbunden. Das andere Ende der U-Phasenspule ist an den Zwischenpunkt zwischen den MOS-Transistoren **331** und **332** angeschlossen. Das andere Ende der V-Phasenwicklung ist an den Zwischenpunkt zwischen den MOS-Transistoren **333** und **334** angeschlossen. Das andere Ende der W-Phasenspule ist an den Zwischenpunkt zwischen den MOS-Transistoren **335** und **336** angeschlossen.

[0011] Die Magnetfeldsteuerung **360** enthält eine Diode **361**, einen NPN-Transistor **362** und einen Basisverstärker **363**. Die Diode **361** ist zwischen den positiven Anschluß F+ der Feldwicklung vom elektrischen Gerätegehäuse **350** und den Kollektor des

NPN-Transistors **362** geschaltet. Der NPN-Transistor **362** ist angeschlossen an den negativen Anschluß F-der Feldwicklung und der Masseleitung zum Aufnehmen einer Spannung aus dem Basisverstärker **363** für dessen Basis. Der Basisverstärker **363** ist verantwortlich für ein Steuersignal aus einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) zur Abgabe einer vorbestimmten Spannung an die Basis vom NPN-Transistor **362**, um den NPN-Transistor **362** leitend zu schalten/zu sperren.

[0012] Die Gleichstromversorgung **310** gibt eine Gleichspannung ab. Wenn das Relais **312** durch das Steuersignal aus der Steuereinrichtung (nicht dargestellt) aktiviert ist, liefert die Bypassleitung **311** die Spannung an beide Anschlüsse des Kondensators **326** für die Gleichstromversorgung **310**. Der Aufladungszerhacker **320** schaltet seine MOS-Transistoren **322**, **323** leitend/sperrend von der Steuereinrichtung (nicht dargestellt) und erhöht die Gleichspannung, die von der Gleichspannungsquelle **310** geliefert wird, um dem Wechselrichter **330** eine Ausgangsspannung bereitzustellen. Der Aufladungszerhacker **320** wandelt auch die Gleichspannung herunter, die das elektrische Gerätegehäuse **350** erzeugt und die der Wechselrichter **330** wandelt, um die Gleichstromversorgung **310** zur Zeit des Abbrechens der Rückgewinnung des Hybridfahrzeugs einschließlich der elektrischen Einrichtung **300** zu laden.

[0013] Der Kondensator **326** glättet die Gleichspannung, die vom Aufladungszerhacker **320** kommt, und liefert die geglättete Gleichspannung an den Wechselrichter **330**.

[0014] Der Wechselrichter **330** empfängt die Gleichspannung aus dem Kondensator **326**, um die Gleichspannung in eine Wechselfrequenz auf der Grundlage der Steuerung aus dem Steuergerät (nicht dargestellt) zu wandeln und steuert das elektrische Gerätegehäuse **350** als Antriebsmotor an. Die Magnetfeldsteuerung **360** ermöglicht den Stromfluß in der Erregerspule gemäß der Zeitdauer, während der der NPN-Transistor **362** leitend geschaltet ist. Das elektrische Gerätegehäuse **350** wird folglich als Antriebsmotor angesteuert, um ein Drehmoment zu erzeugen, das durch einen Drehmomentsbefehlswert spezifiziert ist. Beim Abschalten der Rückgewinnung vom Hybridfahrzeug, das über das elektrische Gerät **300** verfügt, wandelt der Wechselrichter **330** auch eine Wechselfrequenz, die das elektrische Gerätegehäuse **350** erzeugt hat, in eine Gleichspannung auf der Grundlage der Steuerung aus dem Steuergerät und liefert die gewandelte Gleichspannung an den Verstärkerzerhacker **320** durch den Kondensator **326**.

[0015] Im elektrischen Gerät **300** wird ein Fehler beim Verstärkerzerhacker **320** dadurch festgestellt, daß die Ausgangsspannung vom Verstärkerzerha-

cker **320** niedriger als ein Bezugswert wird. Wenn der Fehler im Verstärkerzerhacker **320** festgestellt ist, wird das Relais **312** vom Steuersignal aus dem Steuergerät aktiviert, und die Bypassleitung **311** liefert direkt die Spannung an beide Enden des Kondensators **326** zur Gleichstromversorgung **310**.

[0016] Wenn im elektrischen Gerät **300**, das in der japanischen offengelegten Patentanmeldung mit der Nummer 2-308935 offenbart ist, der Verstärkerzerhacker **320** versagt, wird die Spannung an den Enden des Kondensators **326** ohne Abwärtsumwandlung an die Gleichstromversorgung **310** geliefert. Wenn ein starker Strom vom elektrischen Gerätekörper **350** geliefert wird, gelangt folglich eine hohe Spannung an den Kondensator **326**, was dazu führt, daß die Spannungsfestigkeit des Kondensators **326** erhöht werden muß, wodurch die Kosten steigen.

Offenbarung der Erfindung

[0017] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Spannungswandlergerät zu schaffen, das in der Lage ist, eine Fehlerverarbeitung in einem Aufwärtswandler ohne Erhöhung der Spannungsfestigkeit des Kondensators zu schaffen, der sich am Eingang eines Wechselrichters befindet.

[0018] Eine andere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Fehlerverarbeitungsverfahren zu schaffen, das in der Lage ist, einen Fehler in einem Aufwärtswandler zu verarbeiten, ohne die Spannungsfestigkeit des Kondensators am Eingang eines Wechselrichters zu erhöhen.

[0019] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm zu schaffen, um einen Computer zu veranlassen, die Fehlerverarbeitung für einen Aufwärtswandler auszuführen, ohne die Spannungsfestigkeit des Kondensators zu erhöhen, der sich am Wechselrichtereingang befindet.

[0020] Die vorliegende Erfindung ist entsprechend einer ersten Alternativlösung im Vorrichtungsanspruch 1 festgelegt, der dem unabhängigen Computermediumsanspruch 8 und der unabhängigen Verfahrensanspruch 14 zugeordnet sind.

[0021] Entsprechend einer zweiten Alternativlösung der vorliegenden Erfindung ist diese im unabhängigen Vorrichtungsanspruch 6 festgelegt, dem der unabhängige Computermediumsanspruch 12 und der unabhängige Verfahrensanspruch 18 zugeordnet sind.

[0022] Vorzugsweise hat der Abwärtswandler eine Spannungsaufwärtswandlerfunktion.

[0023] Vorzugsweise ist die elektrische Last ein Motor mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion. Das Steuermittel beschränkt eine elektrische Rückgewinnungsstromerzeugungsfunktion vom Motor, wenn der Abwärtswandler versagt.

[0024] Vorzugsweise sperrt das Steuermittel die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung vom Motor.

[0025] Vorzugsweise enthält das Spannungswandlergerät des weiteren eine andere elektrische Last. Die andere elektrische Last unterscheidet sich vom Motor. Das Steuermittel beschränkt die elektrische Rückgewinnungsstromstärke, die der Motor erzeugt, auf einen Wert, der kleiner als der Strombedarf in einer anderen elektrischen Last ist.

[0026] Vorzugsweise ist die zweite elektrische Last ein Motor. Das Steuermittel steuert den Motor in der Weise, daß ein positives Drehmoment abgegeben wird.

[0027] Die elektrische Last ist vorzugsweise ein Motor mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion. Im zweiten Programmschritt wird eine elektrische Rückgewinnungsstromerzeugungsfunktion des Motors begrenzt.

[0028] Im zweiten Programmschritt wird vorzugsweise die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung vom Motor gesperrt.

[0029] Das Spannungswandlergerät enthält vorzugsweise des weiteren eine andere elektrische Last, die sich von der elektrischen Last unterscheidet. Im zweiten Programmschritt wird eine elektrische Rückgewinnungsstromstärke begrenzt auf einen Wert, der kleiner als der Stromverbrauch in einer anderen elektrischen Last ist, wobei der Motor den elektrischen Strom erzeugt.

[0030] Die zweite elektrische Last ist vorzugsweise ein Motor. Im zweiten Programmschritt wird der Motor so gesteuert, daß er ein positives Drehmoment abgibt, wenn der Fehler im ersten Schritt beim Abwärtswandler festgestellt ist.

[0031] Die elektrische Last ist vorzugsweise ein Motor mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion. Im zweiten Schritt wird die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugungsfunktion vom Motor beschränkt.

[0032] Im zweiten Schritt wird die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung vom Motor vorzugsweise gesperrt.

[0033] Das Spannungswandlergerät enthält vorzugsweise des weiteren eine andere elektrische

Last, die sich von der elektrischen Last unterscheidet. Im zweiten Schritt des Fehlerverarbeitungsverfahrens wird die elektrische Rückgewinnungsstromstärke, die der Motor erzeugt, auf einen Wert begrenzt, der kleiner als der Stromverbrauch in einer anderen elektrischen Last ist.

[0034] Die zweite elektrische Last ist vorzugsweise ein Motor. Im zweiten Schritt des Fehlerverarbeitungsverfahrens wird der Motor so gesteuert, daß er ein positives Drehmoment abgibt, wenn der Fehler im ersten Schritt beim Abwärtswandler festgestellt ist.

[0035] Wenn ein Aufwärtswandler versagt, wird die elektrische Stromerzeugung in einer elektrischen Last gesperrt, die mit einem Ausgang vom Aufwärtswandler verbunden ist, oder die Stromerzeugungsstärke in der elektrischen Last wird begrenzt. Wenn weiterhin der Aufwärtswandler versagt, wird die Stromerzeugungsstärke in einer der beiden elektrischen Lasten auf einen gleichen oder kleineren Wert als der Energieverbrauch in der anderen elektrischen Last gesteuert.

[0036] Selbst wenn der Aufwärtswandler versagt, ist es folglich möglich, eine höhere Spannung als die Spannungsfestigkeit daran zu hindern, an den Kondensator angelegt zu werden, der mit dem Eingang der elektrischen Last verbunden ist (einschließlich der ersten und der zweiten elektrischen Last).

[0037] Vorstehende und andere Aufgaben, Merkmale und Aspekte sowie Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der nachstehenden detaillierten Beschreibung der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung deutlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0038] [Fig. 1](#) ist ein schematisches Blockdiagramm eines Spannungswandlergeräts gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

[0039] [Fig. 2](#) ist ein funktionales Blockdiagramm eines in [Fig. 1](#) gezeigten Steuergeräts;

[0040] [Fig. 3](#) ist ein Funktionalblockdiagramm, das die Arbeitsweise einer in [Fig. 2](#) gezeigten Funktion der Motordrehmomentsteuerung darstellt;

[0041] [Fig. 4](#) ist ein Ablaufdiagramm, das die Arbeitsweise der Fehlerverarbeitung eines Aufwärtswandlers im ersten Ausführungsbeispiel darstellt;

[0042] [Fig. 5](#) ist ein schematisches Blockdiagramm eines Spannungswandlergeräts gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel;

[0043] [Fig. 6](#) ist ein funktionales Blockdiagramm eines Steuergeräts gemäß [Fig. 5](#);

[0044] **Fig. 7** ist ein funktionales Blockdiagramm, das eine Funktion des in **Fig. 6** gezeigten Motordrehmomentsteuermittels darstellt;

[0045] **Fig. 8** ist ein Ablaufdiagramm, das die Arbeitsweise der Fehlerverarbeitung in einem Aufwärtswandler im zweiten Ausführungsbeispiel darstellt;

[0046] **Fig. 9** ist ein schematisches Blockdiagramm eines Spannungswandlergeräts gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

[0047] **Fig. 10** ist ein funktionales Blockdiagramm eines in **Fig. 9** gezeigten Steuergeräts;

[0048] **Fig. 11** ist ein funktionales Blockdiagramm, das eine in **Fig. 10** gezeigte Funktion vom Motordrehmomentsteuermittel darstellt;

[0049] **Fig. 12** ist ein Ablaufdiagramm, das die Arbeitsweise der Fehlerverarbeitung in einem Aufwärtswandler im dritten Ausführungsbeispiel darstellt; und

[0050] **Fig. 13** ist ein schematisches Blockdiagramm eines herkömmlichen elektrischen Geräts.

Beste Modi zum Ausführen der Erfindung

[0051] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung sind nachstehend anhand der Zeichnung beschrieben. Angemerkt sei, daß in den Figuren dieselben oder entsprechenden Teile mit denselben Bezugszeichen versehen sind und deren Beschreibung nicht wiederholt wird.

[Erstes Ausführungsbeispiel]

[0052] Unter Bezug auf **Fig. 1** enthält ein Spannungswandlergerät **100** nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Gleichstromversorgung B, Spannungssensoren **10**, **13**, Systemrelais SR1, SR2, Kondensatoren C1, C2, einen Aufwärtswandler **12**, einen Wechselrichter **14**, einen Stromsensor **24**, ein Steuergerät **30** und einen Wechselstrommotor M1. Der Wechselstrommotor M1 ist ein Antriebsmotor zur Drehmomenterzeugung für den Antrieb eines Antriebsrads eines Hybrid- oder Elektrofahrzeugs. Alternativ dient der Motor als Stromerzeuger, der vom Motor als Elektromotor für die Maschine angetrieben wird. Beispielsweise kann er in einem Hybridfahrzeug zum Starten des Motors enthalten sein.

[0053] Der Aufwärtswandler **12** enthält eine Drosselspule L1, NPN-Transistoren Q1, Q2 und Dioden D1, D2. Die Drosselspule L1 ist mit einem Ende mit einer Stromversorgungsleitung der Gleichstromversorgung B verbunden, und das andere Ende ist mit

dem Zwischenpunkt zwischen den NPN-Transistoren Q1 und Q2 verbunden, das heißt, zwischen den Emitter vom NPN-Transistor Q1 und den Kollektor vom NPN-Transistor Q2 geschaltet. Die NPN-Transistoren Q1 und Q2 sind zwischen die Stromversorgungsleitung und die Masseleitung in Serie geschaltet. Der Kollektor vom NPN-Kollektor Q1 ist mit der Stromversorgungsleitung verbunden, und der Emitter vom NPN-Transistor Q2 ist mit der Masseleitung verbunden. Die Dioden D1, D2 sind jeweils zwischen Kollektor und Emitter des zugehörigen der NPN-Transistoren Q1, Q2 geschaltet, um den Stromfluß von der Emitterseite zur Kollektorseite zuzulassen.

[0054] Der Wechselrichter **14** ist aufgebaut aus einem U-Phasenzweig **15**, einem V-Phasenzweig **16** und einem W-Phasenzweig **17**. Der U-Phasenzweig **15**, der V-Phasenzweig **16** und der W-Phasenzweig **17** sind parallel zur Stromversorgungsleitung und der Masseleitung geschaltet.

[0055] Der U-Phasenzweig, der aus den Transistoren Q3 und Q4 gebildet ist, stellt eine Serienschaltung dar. Der V-Phasenzweig ist aus den in Serie geschalteten NPN-Transistoren Q5 und Q6 gebildet. Der W-Phasenzweig **17** ist aus der Serienschaltung der NPN-Transistoren Q7 und Q8 gebildet. Die Dioden D3 bis D8 sind jeweils zwischen den Kollektor und Emitter des zugehörigen NPN-Transistors Q3 bis Q8 geschaltet, um den Stromfluß von der Emitterseite zur Kollektorseite zu ermöglichen.

[0056] Die jeweiligen Zwischenpunkte der U-, V-, W-Phasenzweige sind mit den jeweiligen Enden der U-, V-, W-Phasenspulen des Wechselstrommotors M1 verbunden. Der Wechselstrommotor M1 ist speziell ein Dreiphasenpermanentmagnetmotor mit jeweils drei Wicklungen für die U-, V- und W-Phase, deren eines Ende jeweils mit der gemeinsamen Mitte verbunden ist. Das andere Ende der U-Phasenwicklung ist an den Zwischenpunkt zwischen den NPN-Transistoren Q3 und Q4 angeschlossen, das andere Ende der V-Phasenwicklung ist an den Zwischenpunkt zwischen den NPN-Transistoren Q5 und Q6 angeschlossen, und das andere Ende der W-Phasenwicklung ist an den Mittenpunkt zwischen die NPN-Transistoren Q7 und Q8 angeschlossen.

[0057] Die Gleichstromversorgung B besteht aus einer Nickel-Wasserstoff- oder Lithium-Ionen-Sekundärbatterie. Ein Spannungssensor **10** stellt die Gleichspannung Vb aus der Gleichstromversorgung B fest zur Abgabe der festgestellten Gleichspannung Vb an das Steuergerät **30**. Systemrelais SR1, SR2 werden von einem Signal SE aus dem Steuergerät ein-/ausgeschaltet. Genauer gesagt, die Systemrelais SR1, SR2 werden von einem H-Signal SE aus dem Steuergerät **30** aktiviert und von einem L-Signal SE aus dem Steuergerät **30** deaktiviert.

[0058] Der Kondensator C1 glättet die Gleichspannung V_b , die die Gleichstromversorgung B liefert, um dem Aufwärtswandler **12** eine geglättete Gleichspannung zuzuführen.

[0059] Der Aufwärtswandler **12** lädt die Gleichspannung aus dem Kondensator C1 auf, um die Aufladungsspannung an den Wechselrichter **14** zu liefern. Genauer gesagt, der Aufwärtswandler **12** empfängt ein Signal PWMU aus dem Steuergerät **30**, um die Gleichspannung heraufzusetzen und liefert die heraufgesetzte Gleichspannung an den Wechselrichter **14** entsprechend einer Periode, in der der NPN-Transistor Q2 vom Signal PWMU leitend geschaltet ist. In diesem Falle wird der NPN-Transistor Q1 vom Signal PWMU gesperrt gehalten. Des Weiteren empfängt der Aufwärtswandler **12** ein Signal PWMD aus dem Steuergerät **30** zur Abwärts wandlung der Gleichspannung, die der Wechselrichter **14** über den Kondensator C2 liefert und folglich die Gleichspannungslieferung B auflädt.

[0060] Der Kondensator C2 glättet die Gleichspannung aus dem Aufwärtswandler **12**, um dem Wechselrichter **14** die geglättete Gleichspannung zuzuführen. Der Spannungssensor **13** stellt die Spannung am Kondensator C2 fest, das heißt, eine Ausgangsspannung V_m des Aufwärtswandlers **12** (die der Eingangsspannung zum Wechselrichter **14** entspricht), und gibt die festgestellte Ausgangsspannung V_m an das Steuergerät **30** ab.

[0061] Der Wechselrichter **14** empfängt die Gleichspannung aus dem Kondensator C2 zum Wandeln auf der Grundlage eines Signals PWMI1 aus dem Steuergerät **30** der Gleichspannung in eine Wechselspannung, und folglich wird der Wechselstrommotor M1 angesteuert, um ein positives Drehmoment zu erzeugen. Der Wechselrichter **14** wandelt auch auf der Grundlage eines Signals PWMI2 aus dem Steuergerät **30** die Gleichspannung in eine Wechselspannung und steuert den Wechselstrommotor M1 zur Abgabe eines Nulldrehmoments an. Dann wird der Wechselstrommotor M1 zum Erzeugen eines Nulldrehmoments oder eines positiven Drehmoments angesteuert, wie durch einen Drehmomentbefehls wert TR angewiesen.

[0062] Beim Abbrechen der Rückgewinnung eines Hybridfahrzeugs oder Elektrofahrzeugs mit einem Spannungswandlergerät **100** wandelt der Wechselrichter **14** eine Wechselspannung, die ein Wechselstrommotor M1 erzeugt hat, in eine Gleichspannung entsprechend einem Signal PWMI3 aus dem Steuergerät **30** und liefert die gewandelte Gleichspannung über den Kondensator C1 zum Aufwärtswandler **12**. Hier ist der "Abbrechen der Rückgewinnung" das Abbrechen, das verursacht wird, wenn ein Fahrer eines Hybridfahrzeugs oder Elektrofahrzeugs die Fußbremse betätigt und dies begleitet ist von Rückgewin-

nungsstromerzeugung, wie beim Verlangsamen (oder dem Enden der Beschleunigung) des Fahrzeugs durch Rücknahme des Gaspedals beim Antrieb ohne Betätigen der Fußbremse, die auch von Rückgewinnungsstromerzeugung begleitet ist.

[0063] Ein Stromsensor **24** stellt den Motorstrom MCRT fest, der zum Wechselstrommotor M1 fließt, um den erfaßten Motorstrom MCRT an das Steuergerät **30** abzugeben.

[0064] Das Steuergerät **30** erzeugt auf der Grundlage des Drehmomentbefehls werts TR und der Motordrehzahl MRN, die die extern plazierte ECU (elektrische Steuereinheit) liefert, Gleichspannung V_b aus dem Spannungssensor **10**, gibt die Spannung V_m vom Spannungssensor **13** ab und Motorstrom MCRT aus dem Stromsensor **24**, das Signal PWMU zum Ansteuern des Aufwärtswandlers **12** und Signale PWMI1 und PWMI2 zum Ansteuern des Wechselrichters **14**, gefolgt von einem Verfahren, wie es nachstehend zu beschreiben ist, und stellt die erzeugten Signale PWMU und PWMI1, 2 dem Aufwärtswandler **12** beziehungsweise dem Wechselrichter **14** zur Verfügung.

[0065] Das Signal PWMU ist ein solches zum Ansteuern des Aufwärtswandlers **12**, wenn der Aufwärtswandler **12** die Gleichspannung vom Kondensator C1 zur Ausgangsspannung V_m wandelt. Wenn der Aufwärtswandler **12** die Gleichspannung zur Ausgangsspannung V_m wandelt, dann steuert das Steuergerät **30** die Rückkopplung der Ausgangsspannung V_m und erzeugt das Signal PWMU zum Ansteuern des Aufwärtswandlers **12**, so daß die Ausgangsspannung V_m ein Spannungsbefehl V_{dc_com} wird, wie angewiesen. Ein Verfahren der Erzeugung des Signals PWMU ist später zu beschreiben.

[0066] Das Steuergerät **30** empfängt aus der externen ECU ein Signal RGE, das aufzeigt, daß das Hybridfahrzeug oder das Elektrofahrzeug in einen Rückgewinnungsabschaltmodus übergeht, um das Signal PWMI3 zum Wandeln der Wechselspannung zu erzeugen, die der Wechselstrommotor M1 erzeugt, und zwar in eine Gleichspannung, und das Signal wird an den Wechselrichter **14** abgegeben. In diesem Falle wird das Schalten der NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **14** vom Signal PWMI3 gesteuert. Auf diese Weise wandelt der Wechselrichter **14** die Wechselspannung, die der Motor M1 erzeugt, in eine Gleichspannung, um diese dem Aufwärtswandler **12** zuzuführen.

[0067] Das Steuergerät **30** empfängt des Weiteren aus der externen ECU das Signal RGE, das aufzeigt, daß das Hybridfahrzeug oder das Elektrofahrzeug in den Rückgewinnungsabschaltmodus übergeht, um das Signal PWMD zur Abwärts wandlung der Gleichspannung vom Wechselrichter **14** zu erzeugen und

das erzeugte Signal PWMD an den Aufwärtswandler **12** abzugeben. Auf diese Weise wird die Wechselspannung, die der Wechselstrommotor M1 erzeugt, in die Gleichspannung umgesetzt, um abwärtsge wandelt der Gleichspannungsquelle B zugeführt zu werden.

[0068] Darüber hinaus bestimmt das Steuergerät **30**, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, und zwar auf der Grundlage des Einschaltverhältnisses beim Steuern der Umschaltung der NPN-Transistoren Q1, Q2, der Gleichspannung Vb aus dem Sensor **10** und der Spannung Vm aus dem Spannungssensor **13**. Wenn bestimmt ist, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, empfängt das Steuergerät **30** das Signal RGE aus der externen ECU zum Steuern des Wechselrichters **14**, so daß die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung im Wechselstrommotor M1 gesperrt ist. Genaue gesagt, wenn der Aufwärtswandler **12** versagt, dann erzeugt das Steuergerät **30** und gibt an den Wechselrichter **14** das Signal PWMI1 ab, um den Wechselstrommotor M1 zur Abgabe eines positiven Drehmoments anzusteuern oder eines Signals PWMI2 zum Ansteuern des Wechselstrommotors M1 zur Abgabe eines Null Drehmoments im Rückgewinnungsabschaltmodus.

[0069] Darüber hinaus erzeugt das Steuergerät **30** ein Signal SE zum Ein-/Ausschalten der Systemrelais SR1, SR2 und liefert ein Signal SE an die Systemrelais SR1, SR2.

[0070] [Fig. 2](#) ist ein Funktionalblockdiagramm des Steuergeräts **30**. Unter Bezug auf [Fig. 2](#) umfaßt das Steuergerät **30** ein Motordrehmomentsteuermittel **301** und ein Spannungswandelsteuermittel **302**. Das Motordrehmomentsteuermittel **301** erzeugt auf der Grundlage des Drehmomentbefehls TR die Ausgangsspannung Vb der Gleichstromversorgung B, den Motorstrom MCRT, die Motordrehzahl MRN und gibt die Spannung Vm vom Aufwärtswandler **12** ab, das Signal PWMU zum Leitendschalten/Sperren der NPN-Transistoren Q1, Q2 vom Aufwärtswandler **12** und das Signal PWMI1 zum Leitendschalten/Sperren der NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **14**, erfolgt von einem nachstehend beschriebenen Verfahren und gibt die erzeugten Signale PWMU und PWMI1 an den Aufwärtswandler **12** beziehungsweise an den Wechselrichter **14** ab, wenn der Wechselstrommotor M1 zur Abgabe eines positiven Drehmoments angesteuert wird.

[0071] Das Motordrehmomentsteuermittel **301** bestimmt, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, und zwar auf der Grundlage des Einschaltverhältnisses beim Steuern des Umschaltens der NPN-Transistoren Q1, Q2 und der Spannungen Vb, Vm. Wenn bestimmt ist, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, dann erzeugt das Motordrehmomentsteuermittel **301** ein Signal EMG als Reaktion auf das Signal RGE aus der exter-

nen ECU zur Abgabe des Signals EMG an das Spannungswandlersteuermittel **302** und erzeugt auch das Signal PWMI1 zum Ansteuern des Wechselstrommotors M1 zur Abgabe eines positiven Drehmoments oder das Signal PWMI2 zum Ansteuern des Wechselstrommotors für die Abgabe des Null Drehmoments, um das Signal PWMI1 oder das Signal PWMI2 an den Wechselrichter **14** abzugeben.

[0072] Beim Abschalten der Rückgewinnung empfängt das Spannungswandlersteuermittel **302** aus der externen ECU das Signal RGE, das aufzeigt, daß entweder das Hybridfahrzeug oder das Elektrofahrzeug in den Rückgewinnungsabschaltmodus eintritt, um das Signal PWMI3 zu erzeugen für das Wandeln der Wechselspannung, die der Wechselstrommotor M1 erzeugt, in eine Gleichspannung und Ausgabe des Signals PWMI3 an den Wechselrichter **14**.

[0073] Beim Abschalten der Rückgewinnung empfängt das Spannungswandlersteuermittel **302** auch das Signal RGE aus der externen ECU, um das Signal PWMD für die Abwärts wandlung der Gleichspannung zu erzeugen, die der Wechselrichter **14** liefert, und zur Abgabe des Signals PWMD an den Aufwärtswandler **12** als Bidirektionalwechselrichter, da er die Spannung über das Signal PWMD abwärts wandeln kann, und für die Abwärts wandlung einer Gleichspannung.

[0074] Das Spannungswandlersteuermittel **302** empfängt des weiteren das Signal EMG aus dem Motordrehmomentsteuermittel **301**, um das Erzeugen der Signale PWMI3 und PWMD zu beenden.

[0075] [Fig. 3](#) ist ein Funktionalblockdiagramm eines Motordrehmomentsteuermittels **301**. Unter Bezug auf [Fig. 3](#) umfaßt das Motordrehmomentsteuermittel **301** eine Phasenspannungsrecheneinheit **40** zum Steuern des Motors, eine PWM-Signalwandlereinheit **42** für den Wechselrichter, eine Wechselrichtereingangsspannungsbefehlsrecheneinheit **50**, eine Einschaltverhältnisrecheneinheit **52** für den Wechselrichter, eine PWM-Signalwandlereinheit **54** für den Wechselrichter und eine Bestimmungseinheit **56**.

[0076] Die Phasenspannungsrecheneinheit **40** empfängt aus dem Spannungssensor **13** die Ausgangsspannung Vm vom Aufwärtswandler **12**, das heißt, die Eingangsspannung für den Wechselrichter **14** empfängt aus dem Stromsensor **24** den Motorstrom MCRT, der an jede Phase des Wechselstrommotors M1 gelangt, empfängt den Drehmomentbefehls wert TR aus der externen ECU und empfängt Signale DTE1, 2 aus der Bestimmungseinheit **56**. Wenn der Empfang des Signals DTE1 aus der Bestimmungseinheit **56** erfolgt, berechnet die Phasenspannungsrecheneinheit **40** auf der Grundlage des Befehls werts TR die Ausgangsspannung Vm und

den Motorstrom MCRT, eine Spannung, die an die Wicklung einer jeden Phase des Wechselstrommotors M1 anzulegen ist, und liefert die errechnete Spannung an die PWM-Signalwandlereinheit **42**.

[0077] Die Phasenspannungsrecheneinheit **40** empfängt das Signal DTE2 aus der Bestimmungseinheit **56** zum Berechnen einer an die Wicklung einer jeden Phase des Wechselstrommotors M1 anzulegenden Spannung, um dem Wechselstrommotor M1 zu ermöglichen, ein Nulldrehmoment oder ein positives Drehmoment abzugeben, und liefert dann die errechnete Spannung an die PWM-Signalwandlereinheit **42**.

[0078] Die PWM-Signalwandlereinheit **42** erzeugt auf der Grundlage der berechneten Spannung, die von der Phasenspannungsrecheneinheit **40** geliefert wird, Signale PWM11, PWM12 zum aktuellen Leitend-schalten/Sperren der NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **14** und liefert die erzeugten Signale PWM11, PWM12 an jeden der NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **14**.

[0079] Das Umschalten der NPN-Transistoren Q3 bis Q8, die jeweils auf diese Weise gesteuert werden, und die NPN-Transistoren Q3 bis Q8 steuern entsprechend den Strom, der an jede Phase des Wechselstrommotors M1 zu liefern ist, so daß der Wechselstrommotor M1 ein Nulldrehmoment oder ein positives Drehmoment erzeugt. Auf diese Weise wird der Motoransteuerstrom so gesteuert, daß das Motor-drehmoment entsprechend dem Drehmomentbe-fehlswert TR abgegeben wird.

[0080] Die Wechselrichtereingangsspannungsbe-fehlsrecheneinheit **50** errechnet andererseits den Optimalwert (Zielwert) einer Wechselrichtereingangsspannung, das heißt, der den Spannungsbe-fehl Vdc_com auf der Grundlage des Drehmoment-befehlswert TR und der Motordrehzahl MRN und stellt den berechneten Spannungsbeehl Vdc_com der Einschaltverhältnisrecheneinheit **52** zu Verfü-gung.

[0081] Die Einschaltverhältnisrecheneinheit **52** be-rechnet auf der Grundlage der Gleichspannung Vb aus dem Spannungssensor **10** (wird auch als "Batterie-spannung Vb" bezeichnet) ein Einschaltverhältnis zum Einstellen der Spannung Vm aus dem Span-nungssensor **13** auf den Optimalwert, der von der Wechselrichtereingangsspannungsbefehlsrechen-einheit **50** geliefert wird. Die Einschaltverhältnis-recheneinheit **52** gibt das errechnete Einschaltverhältnis an die PWM-Signalwandlereinheit **54** und an die Bestimmungseinheit **56** ab.

[0082] Die PWM-Signalwandlereinheit **54** erzeugt auf der Grundlage des Einschaltverhältnisses, das die Einschaltverhältnisrecheneinheit **52** liefert, das

Signal PWMU zum Leitend-schalten/Sperren der NPN-Transistoren Q1, Q2 des Aufwärtswandlers **12** und stellt das erzeugte Signal PWMU dem Aufwärtswand-ler **12** zur Verfügung.

[0083] Eine größere Stärke des elektrischen Stroms wird von der Drosselspule L1 akkumuliert durch Er-höhen des Einschaltverhältnisses vom NPN-Transis-tor Q2, der der untere Transistor des Aufwärtswand-lers **12** ist, und folglich wird ein höheres Spannungs-ausgangssignal erzielt. Die Spannung auf der Strom-versorgungsleitung wird abgesenkt durch Erhöhen des Einschaltverhältnisses vom oberen Transistor, das heißt, vom NPN-Transistor Q1. Das Einschalt-verhältnis von den NPN-Transistoren Q1 und Q2 kann somit gesteuert werden, um die Spannung auf der Stromversorgungsleitung so zu steuern, daß die Spannung auf der Stromversorgungsleitung eine be-liebige Spannung von wenigstens der Ausgangs-spannung der Gleichstromversorgung B ist.

[0084] Die Bestimmungseinheit **56** empfängt die Batteriespannung Vb aus dem Spannungssensor **10**, die Spannung Vm aus dem Spannungssensor **13**, das Einschaltverhältnis DR aus der Einschaltverhält-nisrecheneinheit **52** und das Signal RGE aus der ex-ternen ECU. Die Bestimmungseinheit **56** multipliziert die Batteriespannung Vb mit dem Einschaltverhältnis DR und bestimmt, ob ein Produkt AP, das aus der Multiplikation resultiert, zur Spannung Vm aus dem Spannungssensor **13** paßt. Wenn das Produkt AP zur Spannung Vm paßt, dann bestimmt die Bestim-mungseinheit **56**, daß der Aufwärtswandler **12** nor-mal arbeitet und erzeugt das Ausgangssignal DTE1 für die Phasenspannungsrecheneinheit **40**. Paßt das Produkt AP nicht zur Spannung Vm, dann bestimmt die Bestimmungseinheit **56**, daß der Aufwärtswand-ler **12** versagt und empfängt das Signal RGE aus der externen ECU zum Erzeugen der Ausgangssignale EMG und DTE2 für das Spannungswandlersteuer-mittel **302** beziehungsweise für die Phasenspan-nungsrecheneinheit **40**.

[0085] [Fig. 4](#) ist ein Ablaufdiagramm, das die Ar-beitsweise der Fehlerverarbeitung in einem Auf-wärtswandler **12** vom ersten Ausführungsbeispiel darstellt. Nachdem der Start der Operationserien er-folgt ist, stellt die Bestimmungseinheit **56** unter Bezug auf [Fig. 4](#) einen Fehler im Aufwärtswandler **12** fest, gefolgt vom zuvor beschriebenen Verfahren auf der Grundlage der Batteriespannung Vb aus dem Span-nungssensor **10**, der Spannung Vm vom Spannungssensor **13** und dem Einschaltverhältnis DR aus der Einschaltverhältnisrecheneinheit **52** (Schritt S10). Wenn ein Fehler im Aufwärtswandler **12** festgestellt ist und das Empfangssignal RGE aus der externen ECU, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56** Aus-gangssignale EMG und DTE2 für das Spannungs-wandlersteuer-mittel **302** beziehungsweise für das Motordrehmomentsteuer-mittel **301**.

[0086] Als Reaktion beendet das Spannungswandlersteuermittel **302** das Erzeugen der Signale PWMI3 und PWM. Als Reaktion auf das Signal DTE2 aus der Bestimmungseinheit **56** berechnet die Phasenspannungsrecheneinheit **40** eine Spannung, die an die Wicklung einer jeden Phase beim Erzeugen des Signals PWMI1 zum Ansteuern des Wechselstrommotors M1 anzulegen ist zur Abgabe eines positiven Drehmoments, oder Signal PWMI2 zum Ansteuern des Wechselstrommotors M1 zur Abgabe eines Null-drehmoments und zur Abgabe der berechneten Spannung an die PWM-Signalwandlereinheit **42**.

[0087] Die PWM-Signalwandlereinheit **42** erzeugt das Signal PWMI1 oder das Signal PWMI2 auf der Grundlage der berechneten Spannung aus der Phasenspannungsrecheneinheit **40** zur Abgabe von PWMI1 oder PWMI2 an den Wechselrichter **14**. Der Wechselrichter **14** steuert den Wechselstrommotor M1 zur Abgabe des Nulldrehmoments oder des positiven Drehmoments als Reaktion auf das Signal PWMI1 oder des Signals PWMI2 an aus der PWM-Signalwandlereinheit **42**, und die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung wird gesperrt (Schritt S20). Eine Serie von Operationen ist damit beendet.

[0088] Selbst wenn das Steuergerät **30** aus der externen ECU das Signal RGE empfängt, das die Rückgewinnungsstromerzeugung aufzeigt, wird im Falle eines Versagens im Aufwärtswandler **12** die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung im Wechselstrommotor M1 gesperrt, wodurch vermieden wird, daß die Gleichspannung gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit des Kondensators C2 wird.

[0089] Der Wechselrichter **14** kann angehalten werden, um die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung im Wechselstrommotor M1 zu sperren für den Fall eines Fehlers im Aufwärtswandler **12**. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird jedoch die elektrische Rückgewinnungsstromerzeugung mit dem Wechselstrommotor gesperrt, indem er angesteuert gehalten wird, um so das angewiesene Drehmoment unmittelbar abzugeben, wenn die externe ECU den Befehlswert TR für die Abgabe eines positiven Drehmoments liefert.

[0090] Zurück zu [Fig. 1](#): Die Arbeitsweise im Spannungswandlergerät **100** ist nachstehend beschrieben. Das Steuergerät **30** empfängt einen Drehmomentbefehlswert TR aus der externen ECU zum Erzeugen und Abgeben eines Signals SE mit H-Pegel an die Systemrelais SR1, SR2 zum Aktivieren der Systemrelais SR1, SR2. Das Steuergerät **30** erzeugt auch Signale PWMU und PWMI1 zum Steuern des Aufwärtswandlers **12** und des Wechselrichters **14**, so daß der Wechselstrommotor M1 den Drehmomentbefehlswert TR erzeugt und die Signale PWMU und PWMI1 an den Aufwärtswandler **12** beziehungsweise

se an den Wechselrichter **14** abgibt.

[0091] Die Gleichspannungsversorgung B gibt die Gleichspannung Vb ab, und Systemrelais SR1, SR2 liefern Gleichspannung Vb an den Kondensator C1. Der Kondensator C1 glättet die empfangene Gleichspannung Vb und liefert die geglättete Gleichspannung an den Aufwärtswandler **12**.

[0092] Dann werden die NPN-Transistoren Q1, Q2 vom Aufwärtswandler **12** leitend/sperrend geschaltet als Reaktion auf das Signal PWMU aus dem Steuergerät **30**, und die Gleichspannung Vb wird umgesetzt in die Ausgangsspannung Vm, die dem Wechselrichter **14** zuzuführen ist. Der Spannungssensor **13** stellt die Ausgangsspannung Vm fest, die eine Spannung am Kondensator C2 ist, und gibt die festgestellte Ausgangsspannung Vm an das Steuergerät **30** ab. Der Kondensator C2 glättet die Ausgangsspannung Vm vom Aufwärtswandler **12** und liefert die geglättete Ausgangsspannung Vm an den Wechselrichter **14**.

[0093] Die NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **14** werden leitend/sperrend geschaltet als Reaktion auf das Signal PWMI1 aus dem Steuergerät **30**. Der Wechselrichter **14** wandelt die Gleichspannung in eine Wechselspannung um und gestattet einem vorgeschriebenen Wechselstrom, in jede der U-, V- und W-Phasen des Wechselstrommotors M1 zu fließen, so daß der Wechselstrommotor M1 ein Drehmoment erzeugt, wie es vom Drehmomentbefehlswert TR angewiesen ist. Auf diese Weise erzeugt der Wechselstrommotor M1 ein Drehmoment, das dem Drehmomentbefehlswert TR entspricht.

[0094] Wenn das Hybridfahrzeug oder das Elektrofahrzeug mit dem Spannungswandlergerät **100** in den Rückgewinnungsabschaltmodus eintritt, empfängt das Steuergerät **30** aus der externen ECU das Signal RGE, das den Rückgewinnungsabschaltmodus aufzeigt, um die Signale PWMI3 und PWM zu erzeugen und an den Wechselrichter **14** beziehungsweise an den Aufwärtswandler **12** abzugeben.

[0095] Der Wechselstrommotor M1 erzeugt eine Wechselspannung und liefert die erzeugte Wechselspannung an den Wechselrichter **14**. Der Wechselrichter **14** wandelt dann die Wechselspannung in eine Gleichspannung entsprechend dem Signale PWMI3 aus dem Steuergerät **30** um und liefert die gewandelte Gleichspannung an den Aufwärtswandler **12** über den Kondensator C2.

[0096] Der Aufwärtswandler **12** wandelt die Gleichspannung gemäß dem Signale PWMU aus dem Steuergerät **30** abwärts um und liefert die abwärtsgewandelte Gleichspannung an die Gleichstromversorgung B, um diese aufzuladen.

[0097] Dann bestimmt das Steuergerät **30**, das

nach dem zuvor beschriebenen Verfahren arbeitet, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, und zwar auf der Grundlage der Gleichspannung V_b , der Spannung V_m und dem Einschaltverhältnis DR zum Steuern des Umschaltens der NPN-Transistoren Q1, Q2. Wenn der Aufwärtswandler **12** versagt, dann steuert das Steuergerät **30** den Wechselrichter **14**, so daß die elektrische Stromrückgewinnungserzeugung im Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsabschaltmodus gesperrt ist.

[0098] Auf diese Weise wird im Spannungswandlergerät **100** die elektrische Stromrückgewinnungserzeugung im Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsabschaltmodus gesperrt, wenn der Aufwärtswandler **12** versagt. Dies kann das Anlegen einer Spannung verhindern, die gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit des Kondensators C2 ist.

[0099] Das Fehlerverarbeitungsverfahren nach der vorliegenden Erfindung umfaßt das Feststellen eines Fehlers im Aufwärtswandler **12** und das Sperren elektrischer Stromrückgewinnungserzeugung gemäß dem in [Fig. 4](#) dargestellten Ablaufdiagramm.

[0100] Die Fehlerverarbeitung bezüglich des Motor-drehmomentsteuermittels **301** wird aktuell von einer CPU (Zentraleinheit) gesteuert. Die CPU liest ein Programm, das die Schritte des Ablaufdiagramms gemäß [Fig. 4](#) enthält, aus dem ROM (Nurlespeicher) und führt das gelesene Programm aus, um die Fehlerverarbeitung des Aufwärtswandlers **12** gemäß dem Ablaufdiagramm in [Fig. 4](#) zu steuern. Somit entspricht der ROM einem computerlesbaren Aufzeichnungsmedium (CPU-lesbaren Aufzeichnungsmedium) mit einem dort aufgezeichneten Programm mit den Schritten des Ablaufdiagramms in [Fig. 4](#).

[0101] Angemerkt sei, daß der Wechselstrommotor M1 eine "elektrische Last" bildet.

[0102] Hier bedeutet "Sperren des Rückgewinnungsmittels (Sperren des elektrischen Stromerzeugungsmittels)" das Ansteuern des Wechselstrommotors M1 zur Abgabe eines Nulldrehmoments oder eines positiven Drehmoments.

[0103] Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel verfügt das Spannungswandlergerät über eine Steuereinrichtung, die einen Wechselrichter so steuert, daß die elektrische Stromrückgewinnungserzeugung im Wechselstrommotor gesperrt wird, wenn ein Aufwärtswandler versagt, womit vermieden wird, daß eine Spannung gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit eines Kondensators angelegt wird, der am Eingang des Wechselrichters vorgesehen ist.

[Zweites Ausführungsbeispiel]

[0104] Unter Bezug auf [Fig. 5](#) ist ein Spannungs-

wandlergerät **100A** gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dasselbe wie das Spannungswandlergerät **100**, mit der Ausnahme, daß das Steuergerät **30** im Spannungswandlergerät **100** ersetzt wird durch ein Steuergerät **30A** und daß ein Gleichrichter **18**, ein Generator G1 und ein Stromsensor **25** hinzukommen.

[0105] Der Wechselrichter **14** und der Gleichrichter **18** sind den Knoten N1 und N2 der beiden Enden vom Kondensator C2 parallel geschaltet. Der Generator G1 ist mit einem Motor **55** verbunden.

[0106] Der Gleichrichter **18** verfügt über einen U-Phasenzweig **19**, einen V-Phasenzweig **20** und einen W-Phasenzweig **21**. Der U-Phasenzweig **19**, der V-Phasenzweig **20** und der W-Phasenzweig **21** sind der Stromversorgungsleitung und der Masseleitung parallel geschaltet. Der U-Phasenzweig **19** ist aus Dioden D9 und D10 aufgebaut, die in Serie geschaltet sind. Der V-Phasenzweig **20** ist aus den Dioden D11 und D12 aufgebaut, die in Serie geschaltet sind. Der W-Phasenzweig **21** ist aus den Dioden D13 und D14 aufgebaut, die in Serie geschaltet sind. Der Zwischenpunkt zwischen der Diode D9 und der Diode D10 ist mit dem Ende der U-Phasenwicklung vom Generator G1 verbunden. Der Zwischenpunkt zwischen der Diode D11 und der Diode D12 ist mit dem Ende der V-Phasenwicklung vom Generator G1 verbunden. Der Zwischenpunkt zwischen der Diode D13 und der Diode D14 ist mit dem Ende der W-Phasenwicklung vom Generator G1 verbunden.

[0107] Der Gleichrichter **18** richtet die Wechselspannung gleich, die der Generator G1 erzeugt, und liefert die gleichgerichtete Gleichspannung an den Aufwärtswandler **12** über den Kondensator C2. Der Generator G1 erzeugt eine Wechselspannung durch Rotordrehung, die verursacht wird durch Drehenergie des Motors **55**, und die erzeugte Wechselspannung wird dem Gleichrichter **18** zugeführt.

[0108] Der Stromsensor **25** stellt einen Generatorstrom GCRG fest, der in jede Phase des Generators G1 fließt, und gibt den festgestellten Generatorstrom GCRT an das Steuergerät **30A** ab.

[0109] Das Steuergerät **30A** erzeugt die Signale PWMI1 und PWMI3 unter den Signalen PWMI1-3 zum Ansteuern des Wechselrichters **14** und gibt die Signale PWMI1 und PWMI3 an den Wechselrichter **14** ab. Das Verfahren der Erzeugung der Signale PWMI1 und PWMI3 ist dasselbe wie es anhand des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben worden ist.

[0110] Wenn das Steuergerät **30A** bestimmt, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, wird nach dem zuvor beschriebenen Verfahren ein Energieverbrauch P_m im Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage eines Gaspedalbetätigungsgrads ACC und der Motor-

drehzahl MRN aus der externen ECU berechnet, und außerdem wird ein Leistungserzeugungsbetrag P_g (Stärke der erzeugten elektrischen Leistung) im Generator G1 auf der Grundlage der Spannung V_m aus dem Spannungssensor **13** und dem Generatorstrom GCRT aus dem Stromsensor **25** berechnet. Das Steuergerät **30A** erzeugt dann das Signal RDN und gibt es an die Motor-ECU **65** ab, um die Drehzahl des Motors **55** so einzustellen, daß der Leistungserzeugungsbetrag P_g im Generator G1 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m im Wechselstrommotor M1 ist.

[0111] Das Steuergerät **30A** hat auch in anderer Hinsicht dieselbe Funktion wie das Steuergerät **30**.

[0112] Der Motor **55** wird von der Motor-ECU **65** gesteuert, um das vorgeschriebene Drehmoment zum Antriebs eines Antriebsrads abzugeben sowie eine Rotationsleistung an den Generator G1 zu übertragen. Die Motor-ECU **65** steuert den Motor **55**. Die Motor-ECU **65** empfängt das Signal RDN aus dem Steuergerät **30A**, um die Umdrehungszahl des Motors **55** zu halten oder abzusinken.

[0113] Unter Bezug auf [Fig. 6](#) ist das Steuergerät **30A** dasselbe wie das Steuergerät **30**, mit der Ausnahme, daß das Motordrehmomentsteuermittel **301** des Steuergeräts **30** ersetzt ist durch das Motordrehmomentsteuermittel **301A**.

[0114] Das Motordrehmomentsteuermittel **301A** erzeugt Signale PWMU und PWMI1 und gibt diese an den Aufwärtswandler **12** beziehungsweise an den Wechselrichter **14** ab, und zwar nach demselben Verfahren wie beim Motordrehmomentsteuermittel **301**.

[0115] Das Motordrehmomentsteuermittel **301A** bestimmt des weiteren, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, wobei demselben Verfahren wie beim Motordrehmomentsteuermittel **301** gefolgt wird. Wenn das Motordrehmomentsteuermittel **301A** bestimmt, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, dann wird der Energieverbrauch P_m im Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des Gaspedalbetätigungsgrads ACC und der Motordrehzahl MRN berechnet, und außerdem wird der Leistungserzeugungsbetrag P_g im Generator G1 auf der Grundlage des Generatorstroms GCRT und der Spannung V_m berechnet. Das Motordrehmomentsteuermittel **301A** erzeugt des weiteren das Signal RDN und gibt dieses an die Motor-ECU **65** ab, um die Drehzahl des Motors **55** so einzustellen, daß der Leistungserzeugungsbetrag P_g gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m ist.

[0116] Unter Bezug auf [Fig. 7](#) ist das Motordrehmomentsteuermittel **301A** dasselbe wie das Motordrehmomentsteuermittel **301**, mit der Ausnahme, daß die Bestimmungseinheit **56** vom Motordrehmomentsteuermittel **301** ersetzt ist durch die Bestimmungseinheit

56A und daß eine Recheneinheit **58** und eine Steuereinheit **60** hinzugekommen sind.

[0117] Die Bestimmungseinheit **56A** bestimmt, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, wobei demselben Verfahren wie in der Bestimmungseinheit **56** gefolgt wird. Wenn bestimmt ist, daß der Aufwärtswandler **12** normal arbeitet, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56A** ein Ausgangssignal DTE1 und gibt dieses an die Steuereinheit **60** ab. Wenn andererseits bestimmt ist, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56A** das Signal DTE2 und gibt dieses an die Steuereinheit **60** ab.

[0118] Die Recheneinheit **58** berechnet den Energieverbrauch P_m vom Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des Gaspedalbetätigungsgrads ACC und der Motordrehzahl MRN aus der externen ECU. Die Recheneinheit **58** berechnet auch den Leistungserzeugungsbetrag P_g im Generator G1 auf der Grundlage der Spannung V_m aus dem Spannungssensor **13** und dem Generatorstrom GCRT aus dem Stromsensor **25**. Die Recheneinheit **58** gibt dann den berechneten Energiebedarf P_m und den Leistungserzeugungsbetrag P_g an die Steuereinheit **60** ab.

[0119] Wenn die Steuereinheit **60** das Signal DTE1 aus der Bestimmungseinheit **56A** empfängt, dann wird kein Steuersignal erzeugt. Wenn die Steuereinheit **60** das Signal DTE2 aus der Bestimmungseinheit **56A** empfängt, dann erzeugt sie das Signal RDN und gibt dies an die Motor-ECU **65** zum Einstellen der Drehzahl des Motors **55** ab, so daß der Leistungserzeugungsbetrag P_g gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m ist.

[0120] [Fig. 8](#) ist ein Ablaufdiagramm, das die Arbeitsweise der Fehlerverarbeitung beim Aufwärtswandler **12** im zweiten Ausführungsbeispiel darstellt. Nach Start einer Operationsserie stellt die Bestimmungseinheit **56A** des Steuergeräts **30A** unter Bezug auf [Fig. 8](#) einen Fehler im Aufwärtswandler **12** auf der Grundlage der Batteriespannung V_b aus dem Spannungssensor **10**, der Spannung V_m aus dem Spannungssensor **13** und dem Einschaltverhältnis DR aus der Einschaltverhältnisrecheneinheit **52** fest und erzeugt das Ausgangssignal DTE2 und gibt dies an die Steuereinheit **60** ab (Schritt S10). Die Recheneinheit **58** empfängt dann den Gaspedalbetätigungsgrads ACC aus der externen ECU (Schritt S11) und empfängt eine Fahrgeschwindigkeit, das heißt die Motordrehzahl MRN aus der externen ECU (Schritt S12).

[0121] Die Recheneinheit **58** berechnet dann das Drehmoment T aus dem Gaspedalbetätigungsgrad ACC auf der Grundlage, daß dieses Drehmoment T aus dem Wechselstrommotor M1 proportional zum Gaspedalbetätigungsgrad ACC ist. Die Recheneinheit **58** berechnet dann den Energieverbrauch P_m im

Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des berechneten Drehmoments T und der Motordrehzahl MRN aus der externen ECU (Schritt S13).

[0122] Die Recheneinheit **58** berechnet auch den Leistungserzeugungsbetrag P_g im Generator G1 auf der Grundlage der Spannung V_m aus dem Spannungssensor **13** und dem Generatorstrom GCRT aus dem Stromsensor **25** (Schritt S14). Die Recheneinheit **58** gibt dann den berechneten Energieverbrauch P_m und den Leistungserzeugungsbetrag P_g an die Steuereinheit **60** ab.

[0123] Als Reaktion auf das Signal DTE2 aus der Bestimmungseinheit **56A** erzeugt die Steuereinheit **60** das Signal RDN und gibt dieses an die Motor-ECU **65** ab, um die Drehzahl des Motors **55** so einzustellen, daß der Leistungserzeugungsbetrag P_g gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m ist. Mit anderen Worten, die Steuereinheit **60** steuert den Generator G1 durch Einstellen einer Obergrenze des Leistungserzeugungsbetrags P_g im Generator G1, so daß der Leistungserzeugungsbetrag P_g den Energieverbrauch P_m im Wechselstrommotor M1 nicht überschreitet.

[0124] Genauer gesagt, die Steuereinheit **60** empfängt das Signal DTE2 aus der Bestimmungseinheit **56A** zum Vergleich des Leistungserzeugungsbetrags P_g aus der Recheneinheit **58** mit dem Energieverbrauch P_m . Ist der Leistungserzeugungsbetrag P_g gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m , dann erzeugt die Steuereinheit **60** ein Signal RDN1, um die vorliegende Drehzahl des Motors **55** zu halten, und gibt das Signal RDN1 an die Motor-ECU **65** ab. Wenn der Leistungserzeugungsbetrag P_g höher als der Energieverbrauch P_m ist, dann erzeugt die Steuereinheit **60** ein Signal RDN2 zum Absenken der gegenwärtigen Drehzahl des Motors **55** und gibt das Signal RDN2 an die Motor-ECU **65** ab. Das Signal RDN enthält folglich die Signale RDN1 und RDN2.

[0125] Die Motor-ECU **65** hält die Drehzahl als Reaktion auf das Signal RDN1 aus der Steuereinheit **60** oder steuert den Motor **55**, um die Drehzahl als Reaktion auf das Signal RDN2 aus der Steuereinheit **60** abzusenken. Die Drehzahl vom Motor **55** wird auf einem gewissen Wert gehalten oder abgesenkt. Der Leistungserzeugungsbetrag P_g im Generator G1 wird somit auf den Energieverbrauch P_m oder darunter abgesenkt (Schritt S15).

[0126] Die vom Generator G1 erzeugte elektrische Leistung wird insgesamt vom Wechselstrommotor M1 verbraucht, wodurch das Anlegen einer Spannung gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit am Kondensator C2 vermieden wird.

[0127] Unter Rückbezug auf [Fig. 5](#) wird die Arbeitsweise im Spannungswandlergerät **100A** beschrie-

ben. Die Operationen sind wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben, in dem das Steuergerät **30A** die Signale PWMU und PWMI1 zum Ansteuern des Aufwärtswandlers **12** und des Wechselrichters **12** erzeugt, indem diese Signale an den Aufwärtswandler **12** beziehungsweise an den Wechselrichter **14** abgegeben werden, wobei der Aufwärtswandler **12** die Gleichspannung V_b in die Ausgangsspannung V_m aufwärts abwandelt und wobei der Wechselrichter **14** den Wechselstrommotor M1 ansteuert.

[0128] Der Generator G1 erzeugt elektrischen Strom unter Verwendung der Rotationsleistung des Motors **55** und liefert die erzeugte Wechselspannung an den Gleichrichter **18**. Der Gleichrichter **18** richtet die Wechselspannung in eine Gleichspannung um, um diese dem Kondensator C2 zuzuführen. Der Stromsensor **25** stellt den Generatorstrom GCRT fest und gibt den festgestellten Stromwert an das Steuergerät **30A** ab.

[0129] Das Steuergerät **30A** bestimmt, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, wobei dem zuvor beschriebenen Verfahren gefolgt wird. Wenn der Aufwärtswandler **12** versagt, berechnet das Steuergerät **30A** den Energieverbrauch P_m vom Wechselstrommotor M1 sowie den Leistungserzeugungsbetrag P_g vom Generator G1. Dann erzeugt das Steuergerät **30A** das Signal RDN zum Einstellen der Drehzahl vom Motor **55**, so daß der Leistungserzeugungsbetrag P_g gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m ist, und das Steuergerät **30A** gibt das Signal RDN an die Motor-ECU **65** ab. Als Reaktion auf das Signal RDN aus dem Steuergerät **30A** hält die Motor-ECU **65** die Drehzahl oder senkt diese ab zur Rotation des Motors **55**. Der Leistungserzeugungsbetrag P_g vom Generator G1 wird somit auf einen Wert gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m vom Wechselstrommotor M1 gesteuert.

[0130] Wenn der Wechselstrommotor M1 in den Rückgewinnungsabschaltmodus eintritt, empfängt das Steuergerät **30A** das Signal RGE aus der externen ECU und erzeugt die Signale PWMI3 und PWMD und gibt diese an den Wechselrichter **14** beziehungsweise an den Aufwärtswandler **12** ab.

[0131] Der Wechselstrommotor M1 erzeugt eine Wechselspannung und liefert die erzeugte Wechselspannung an den Wechselrichter **14**. Der Wechselrichter **14** wandelt dann die Wechselspannung in eine Gleichspannung entsprechend dem Signal PWMI3 aus dem Steuergerät **30A** um, um die gewandelte Gleichspannung an den Aufwärtswandler **12** über den Kondensator C2 zu liefern.

[0132] Der Aufwärtswandler **12** wandelt die Gleichspannung entsprechend dem Signal PWMD aus dem Steuergerät **30A** abwärts, um die abwärtsgewandelte Gleichspannung der Gleichstromversorgung B zuzu-

führen, um diese aufzuladen.

[0133] Wenn der Aufwärtswandler **12** versagt, wird im Spannungswandlergerät **100A**, wie oben beschrieben wurde, der Leistungserzeugungsbetrag P_g im Generator **G1** so gesteuert, daß der Wert gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m im Wechselstrommotor **M1** ist. Folglich wird verhindert, daß eine Spannung gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit an den Kondensator **C2** angelegt wird.

[0134] Das Fehlerverarbeitungsverfahren nach der vorliegenden Erfindung umfaßt das Feststellen eines Fehlers im Aufwärtswandler **12** gemäß dem in [Fig. 8](#) gezeigten Ablaufdiagramm sowie das Steuern des Leistungserzeugungsbetrags P_g im Generator **G1** auf einen Wert gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_m im Wechselstrommotor **M1**

[0135] Die Fehlerverarbeitung im Motordrehmomentsteuermittel **301A** wird aktuell von der CPU gesteuert. Die CPU liest ein Programm, das die Schritte im Ablaufdiagramm gemäß [Fig. 8](#) enthält, aus einem ROM aus und führt das gelesene Programm aus, um die Fehlerverarbeitung für den Aufwärtswandler **12** gemäß dem in [Fig. 8](#) gezeigten Ablaufdiagramm auszuführen. Der ROM entspricht folglich einem computerlesbaren Aufzeichnungsmedium (CPU-lesbaren Aufzeichnungsmedium) mit einem Programm, das dort mit den Schritten gemäß dem Ablaufdiagramm von [Fig. 8](#) gespeichert ist.

[0136] Die anderen Einzelheiten sind dieselben wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

[0137] Entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel enthält das Spannungswandlergerät ein Steuergerät, das den Leistungserzeugungsbetrag eines Generators auf einen Wert steuert, der bei einem Versagen des Aufwärtswandlers gleich oder geringer als der Energieverbrauch vom Wechselstrommotor ist, wodurch vermieden wird, das eine Spannung, die gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit ist, an einen Kondensator angelegt wird, der sich am Eingang des Wechselrichters befindet.

[Drittes Ausführungsbeispiel]

[0138] Unter Bezug auf [Fig. 9](#) ist ein Spannungswandlergerät **100B** gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dasselbe wie das Spannungswandlergerät **100A**, mit der Ausnahme, daß das Steuergerät **30A**, der Gleichrichter **18**, der Generator **G1** und der Stromsensor **25** des Spannungswandlergeräts **100A** ersetzt werden durch ein Steuergerät **30B**, einen Wechselrichter **31**, einen Wechselstrommotor **M2** beziehungsweise durch einen Stromsensor **28**.

[0139] Angemerkt sei, daß im Spannungswandlergerät **100B** der Stromsensor **24** den Motorstrom

MCRT1 feststellt und an das Steuergerät **30B** abgibt. Der Wechselstrommotor **M2** ist mit dem Motor **55** verbunden. Der Kondensator **C2** empfängt die Gleichspannung aus dem Aufwärtswandler **12** über Knoten **N1**, **N2**, glättet die empfangene Gleichspannung und liefert die geglättete Gleichspannung zum Wechselrichter **14** sowie zum Wechselrichter **31**. Der Wechselrichter **14** wandelt auf der Grundlage eines Signals **PWMI11** aus dem Steuergerät **30B** die Gleichspannung vom Kondensator **C2** in eine Wechselspannung zum Antrieb des Wechselstrommotors **M1** um und wandelt auf der Grundlage eines Signals **PWM13** die vom Wechselstrommotor **M1** erzeugte Wechselspannung in eine Gleichspannung um.

[0140] Der Wechselrichter **31** hat dieselbe Konfiguration wie der Wechselrichter **14**. Der Wechselrichter **31** wandelt auf der Grundlage eines Signals **PWMI21** aus dem Steuergerät **30B** die Gleichspannung aus dem Kondensator **C2** in eine Wechselspannung zum Antrieb des Wechselstrommotors **m2** um und wandelt auf der Grundlage eines Signals **PWMI23** die Wechselspannung, die der Wechselstrommotor **M2** erzeugt hat, in eine Gleichspannung um. Der Stromsensor **28** stellt den Motorstrom **MCRT2** fest, der in jede Phase des Wechselstrommotors **M2** fließt, und gibt den festgestellten Motorstrom **MCRT2** ab an das Steuergerät **30B**.

[0141] Das Steuergerät **30B** empfängt die Gleichspannung V_b aus der Gleichstromversorgung **B** vom Spannungssensor **10**, empfängt die Motorströme **MCRT1**, **MCRT2** aus den jeweiligen Stromsensoren **24**, **28**, empfängt die Ausgangsspannung V_m des Aufwärtswandlers **12** (das heißt, die Eingangsspannung für die Wechselrichter **14**, **31**) aus dem Spannungssensor **13**, und empfängt die Drehmomentbefehlswerte **TR1**, **TR2**, die Motordrehzahlen **MRN1**, **MRN2** und den Gaspedalbetätigungsgrad **ACC** aus der externen **ECU**. Das Steuergerät **30B** erzeugt auf der Grundlage der Gleichspannung V_b , der Ausgangsspannung V_m , des Motorstroms **MCRT1**, des Drehmomentbefehlswerts **TR1** und auf der Grundlage der Motordrehzahl **MRN1** das Signal **PWMI11** zum Steuern des Umschaltens der NPN-Transistoren **Q3** bis **Q8** vom Wechselrichter **14**, gemäß dem vorstehend erläuterten Verfahren, wenn der Wechselrichter **14** den Wechselstrommotor **M1** ansteuert. Das Steuergerät **30B** gibt dann das erzeugte Signal **PWMI11** an den Wechselrichter **14** ab.

[0142] Das Steuergerät **30B** erzeugt auf der Grundlage der Gleichspannung V_b , der Ausgangsspannung V_m , des Motorstroms **MCRT2**, des Drehmomentbefehlswerts **TR2** und der Motordrehzahl **MRN2** auch das Signal **PWMI21** zum Steuern des Umschaltens der NPN-Transistoren **Q3** bis **Q8**, gemäß dem vorstehend erläuterten Verfahrens, wenn der Wechselrichter **31** den Wechselstrommotor **M2** ansteuert. Das Steuergerät **30B** gibt dann das erzeugte Signal

PWMI21 an den Wechselrichter **31** ab.

[0143] Das Steuergerät **30B** erzeugt des weiteren auf der Grundlage eines Gleichspannungssignals V_b , einer Ausgangsspannung V_m , eines Motorstroms MCRT1 (oder MCRT2), eines Drehmomentbefehls TR1 (oder TR2) und der Motordrehzahl MRN1 (oder MRN2) das Signal PWMU zum Steuern des Umschaltens der NPN-Transistoren Q1, Q2 vom Aufwärtswandler **12**, wobei dies nach dem zuvor beschriebenen Verfahren geschieht, wenn der Wechselrichter **14** oder **31** den Wechselstrommotor M1 oder M2 ansteuert. Das Steuergerät **30B** gibt dann das erzeugte Signal PWMU an den Aufwärtswandler **12** ab.

[0144] Das Steuergerät **30B** erzeugt im Rückgewinnungsabschaltmodus auch ein Signal PWM13 zum Wandeln der Wechselspannung, die der Wechselstrommotor M1 erzeugt, in eine Gleichspannung, oder ein Signal PWM23 zum Wandeln der Wechselspannung, die der Wechselstrommotor M2 erzeugt hat, in eine Gleichspannung, und gibt das erzeugte Signal PWM13 oder PWM23 an den Wechselrichter **14** beziehungsweise an den Wechselrichter **31** ab. In diesem Falle erzeugt das Steuergerät **30B** ein Ausgangssignal PWMD und gibt dieses ab an den Aufwärtswandler **12** zum Steuern des Aufwärtswandlers **12**, so daß der Aufwärtswandler **12** die Gleichspannung vom Wechselrichter **14** oder **31** abwärts wandelt, um die Gleichstromversorgung B aufzuladen.

[0145] Das Steuergerät **30B** bestimmt des weiteren, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, und zwar nach dem zuvor beschriebenen Verfahren. Wenn der Aufwärtswandler **12** versagt, berechnet das Steuergerät **30B** die Energie P_m im Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des Gaspedalbetätigungsgrads ACC und der Motordrehzahl MRN1. Das Steuergerät **30B** bestimmt dann, ob der Wechselstrommotor M1 in einem Antriebsmodus oder in einem Rückgewinnungsmodus ist, und zwar auf der Grundlage der berechneten Energie P_m . Wenn der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist, betrachtet das Steuergerät **30B** die berechnete Energie P_m als Energieverbrauch P_{m1} . Wenn der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist, befindet sich der Wechselstrommotor M2 im Rückgewinnungsmodus. Folglich berechnet das Steuergerät **30B** einen Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} vom Wechselstrommotor M2 und steuert den Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} des Wechselstrommotors M2 auf einen Wert, der gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_{m1} vom Wechselstrommotor M1 ist, wobei dem Verfahren gefolgt wird, wie es zum zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben wurde.

[0146] Wenn der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus arbeitet, sieht das Steuergerät **30B** die berechnete Energie P_m als Leistungserzeu-

gungsbetrag P_{g1} an und erzeugt dann ein Signal CUT und gibt dies an die Motor-ECU **65** ab, so daß die Kraftstoffzufuhr für den Motor **55** gesperrt wird. Darüber hinaus steuert das Steuergerät **30B** den Wechselstrommotor M2 so, daß ein positives Drehmoment abgegeben wird. Das Steuergerät **30B** berechnet dann den Energieverbrauch P_{m2} vom Wechselstrommotor M2, und wenn die Summe aus $P_{g1} + P_{m2}$ des Leistungserzeugungsbetrags P_{g1} und des Energieverbrauchs P_{m2} negativ ist, dann steuert das Steuergerät **30B** den Wechselstrommotor M1 so, daß der Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} im Wechselstrommotor M1 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_{m2} ist.

[0147] Das Steuergerät **30B** erzeugt darüber hinaus das Signal SE und gibt dies an die Systemrelais SR, SR2 zum Aktivieren/Deaktivieren der Relais SR1, SR2 ab.

[0148] Unter Bezug auf [Fig. 10](#) enthält das Steuergerät **30B** ein Motordrehmomentsteuermittel **301B** und ein Spannungswandlersteuermittel **302A**. Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** erzeugt das Signal PWMI11 auf der Grundlage des Motorstroms MCRT1, des Drehmomentbefehls TR1, der Motordrehzahl MRN1, der Gleichspannung V_b und der Spannung V_m und gibt das erzeugte Signal PWMI11 an den Wechselrichter **14** ab. Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** erzeugt das Signal PWMI21 auf der Grundlage des Motorstroms MCRT2, des Drehmomentbefehls TR2, der Motordrehzahl MRN2, der Gleichspannung V_b und der Spannung V_m und gibt das erzeugte Signal PWMI21 an den Wechselrichter **31** ab.

[0149] Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** erzeugt auch das Signal PWMU auf der Grundlage der Gleichspannung V_b , der Spannung V_m , des Motorstroms MCRT1 (oder MCRT2), des Drehmomentbefehls TR1 (oder TR2) und der Motordrehzahl MRN1 (oder MRN2) und gibt das erzeugte Signal PWMU an den Aufwärtswandler **12** ab.

[0150] Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** bestimmt weiterhin, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, und zwar nach dem zuvor beschriebenen Verfahren. Wenn bestimmt ist, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, berechnet das Drehmomentsteuermittel **301B** die Energie P_m im Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des Gaspedalbetätigungsgrads ACC und der Motordrehzahl MRN1 und bestimmt des weiteren, ob der Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage der errechneten Energie P_m im Antriebsmodus oder im Stromgewinnungsmodus arbeitet. Genauer gesagt, das Motordrehmomentsteuermittel **301B** bestimmt, daß der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist, wenn die berechnete Energie P_m positiv ist, und bestimmt, daß der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus arbeitet, wenn die Energie

Pm negativ ist.

[0151] Wenn der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist, dann berechnet das Motordrehmomentsteuermittel **301B** den Leistungserzeugungsbetrag Pg2 im Wechselstrommotor M2 auf der Grundlage der Spannung Vm aus dem Spannungssensor **13** und dem Motorstrom MCRT2 aus dem Stromsensor **28**. Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** erzeugt dann das Signal RDN zum Einstellen der Drehzahl vom Motor **55** in der Weise, daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg2 im Wechselstrommotor M2 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 ist und gibt das erzeugte Signal RDN an die Motor-ECU **65** ab. Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** erzeugt ebenfalls das Signal RGE2 und gibt das erzeugte Signal RGE2 an das Spannungswandlersteuermittel **302A** ab.

[0152] Wenn andererseits der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus ist, erzeugt das Motordrehmomentsteuermittel **301B** das Ausgangssignal CUT zum Sperren der Kraftstoffzufuhr für den Motor **55** an die Motor-ECU **65**, das Signal RGE1 zum Wandlersteuermittel **302A** und Signal PWMI21 zum Veranlassen des Wechselstrommotors M2, ein positives Drehmoment an den Wechselrichter **31** abzugeben. Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** berechnet den Energieverbrauch Pm2 im Wechselstrommotor M2. Wenn die Summe aus dem Leistungserzeugungsbetrag Pg1 im Wechselstrommotor M1 und dem Energieverbrauch Pm2 im Wechselstrommotor M2 negativ ist, dann steuert das Motordrehmomentsteuermittel **301B** den Wechselstrommotor M1 so, daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg1 im Wechselstrommotor M1 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm2 im Wechselstrommotor M2 ist. Das Motordrehmomentsteuermittel **301B** hält den gegenwärtigen Zustand der Wechselstrommotore M1, M2 bei, wenn die Summe aus dem Leistungserzeugungsbetrag Pg1 und dem Energieverbrauch Pm2 positiv ist.

[0153] Das Spannungswandlersteuermittel **302A** empfängt von der externen ECU das Signal RGE, das aufzeigt, daß das Hybridfahrzeug oder das Elektrofahrzeug mit dem Spannungswandlergerät **100B** in den Rückgewinnungsabschaltmodus übergeht, um die Signale PWM13, 23 und das Signal PWMD zu erzeugen, die Ausgangssignale der erzeugten Signale PWM13, 23 sind, an jeweilige Wechselrichter **14**, **31** und Ausgeben des Signals PWMD an den Aufwärtswandler **12**.

[0154] Das Spannungswandlersteuermittel **302A** empfängt auch das Signal RGE1 aus dem Motordrehmomentsteuermittel **301B** zum Erzeugen und Abgeben des Signals PWMI13 an den Wechselrichter **14** zum Steuern des Leistungserzeugungsbetrags Pg1 im Wechselstrommotor M1 auf einen gleichen

oder kleineren Wert als der Energieverbrauch Pm2 im Wechselstrommotor M2.

[0155] Das Spannungswandlersteuermittel **302A** empfängt auch das Signal RGE2 aus dem Motordrehmomentsteuermittel **301B** zum Erzeugen und Abgeben des Signals PWMI23 an den Wechselrichter **31** zum Steuern des Leistungserzeugungsbetrags Pg2 im Wechselstrommotor M2 auf einen gleichen oder kleineren Wert als der Energieverbrauch Pm1 im Wechselstrommotor M1.

[0156] Unter Bezug auf [Fig. 11](#) ist das Motordrehmomentsteuermittel **301B** dasselbe wie das Motordrehmomentsteuermittel **301A**, mit der Ausnahme, daß die Phasenspannungssteuereinheit **40** zum Steuern des Motors, die Bestimmungseinheit **56A**, die Recheneinheit **58** und die Steuereinheit **60** vom Motordrehmomentsteuermittel **301A** ersetzt sind durch die Phasenspannungsrecheneinheit **40A** zum Steuern des Motors, eine Bestimmungseinheit **56B**, eine Recheneinheit **58A** beziehungsweise eine Steuereinheit **60A**.

[0157] Die Phasenspannungssteuereinheit **40A** berechnet eine Spannung, die an jede Phase des Wechselstrommotors M1 auf der Grundlage der Ausgangsspannung Vm vom Aufwärtswandler **12**, vom Motorstrom MCRT1 und vom Drehmomentbefehlswert TR1 anzulegen ist, und berechnet eine Spannung, die an jede Phase des Wechselstrommotors M2 anzulegen ist, auf der Grundlage der Ausgangsspannung Vm, des Motorstroms MCRT2 und auf der Grundlage des Drehmomentbefehlswerts TR2. Die Phasenspannungsrecheneinheit **40A** gibt dann die Spannung ab, die für den Wechselstrommotor M1 oder für den Wechselstrommotor M2 berechnet wurde, an die PWM-Signalwandeleinheit **42**.

[0158] Die Phasenspannungsrecheneinheit **40A** empfängt den Drehmomentbefehlswert TRE aus der Steuereinheit **60A** zum Berechnen einer Spannung, die an jeder Phase des Wechselstrommotors M2 anzulegen ist, auf der Grundlage des Drehmomentbefehlswerts TRE, der Ausgangsspannung Vm und des Motorstroms MCRT2 und gibt dann die berechnete Spannung an die PWM-Wandeleinheit **42** ab.

[0159] Die PWM-Signalwandeleinheit **42** empfängt eine Spannung für den Wechselstrommotor M1 aus der Phasenspannungsrecheneinheit **40A** zum Erzeugen und Abgeben des Signals PWMI11 an den Wechselrichter **14** auf der Grundlage der empfangenen Spannung. Die PWM-Signalwandeleinheit **42** empfängt eine Spannung für den Wechselstrommotor M2 aus der Phasenspannungsrecheneinheit **40A** zum Erzeugen und Abgeben des Signals PWMI21 an den Wechselrichter **31** auf der Grundlage der empfangenen Spannung.

[0160] Die Wechselrichtereingangsspannungsbefehlsrecheneinheit **50** berechnet den Spannungsbefehl V_{dc_com} auf der Grundlage des Drehmomentbefehls TR1 und auf der Grundlage der Motordrehzahl MRN1 (oder auf der Grundlage des Drehmomentbefehls TR2 und der Motordrehzahl MRN2) und gibt den berechneten Spannungsbefehl V_{dc_com} ab an die Einschaltverhältnisrecheneinheit **52**.

[0161] Die Bestimmungseinheit **56B** bestimmt, ob der Aufwärtswandler **12** versagt, und zwar auf der Grundlage der Batteriespannung V_b aus dem Spannungssensor **10**, der Ausgangsspannung V_m vom Spannungssensor **13** und dem Einschaltverhältnis DR aus der Einschaltverhältnisrecheneinheit **52**, gefolgt von dem zuvor beschriebenen Verfahren. Wenn bestimmt ist, daß der Aufwärtswandler **12** versagt, dann bestimmt die Bestimmungseinheit **56B**, ob die Energie P_m aus der Recheneinheit **58A** positiv oder negativ ist. Wenn die Energie P_m positiv ist, dann bestimmt die Bestimmungseinheit **56B**, daß der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist und sieht die Energie P_m als Energieverbrauch P_{m1} an. Wenn andererseits P_m negativ ist, bestimmt die Bestimmungseinheit **56B**, daß der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus arbeitet und sieht die Energie P_m als Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} an.

[0162] Wenn der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56B** ein Signal DTE3 und gibt es ab an die Steuereinheit **60A**, um ein Bestimmungsergebnis aufzuzeigen, daß der Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} im Wechselstrommotor M2 auf einen Wert gesteuert werden sollte, der gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_{m1} im Wechselstrommotor M1 ist.

[0163] Ist der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56B** ein Signal DTE4 und gibt es ab an die Steuereinheit **60A** zum Aufzeigen eines Bestimmungsergebnisses, daß der Kraftstoff für den Motor **55** abgeschaltet werden soll.

[0164] Nach Abgabe des Signals DTE4 an die Steuereinheit **60A** empfängt die Bestimmungseinheit **56B** aus der Recheneinheit **58A** die Summe $P_{g1} + P_{m2}$ des Leistungserzeugungsbetrags P_{g1} im Wechselstrommotor M1 und den Energieverbrauch P_{m2} im Wechselstrommotor M2 und bestimmt, ob die aufgenommene Summe $P_{g1} + P_{m2}$ positiv oder negativ ist. Wenn die Summe $P_{g1} + P_{m2}$ negativ ist, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56B** ein Signal DTE5 und gibt es ab an die Steuereinheit **60A**, um ein Bestimmungsergebnis aufzuzeigen, daß nämlich der Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} im Wechselstrommotor M1 auf einen Wert gesteuert werden sollte, der gleich oder kleiner als der Wert des Energieverbrauchs P_{m2} im Wechselstrommotor M2 ist.

[0165] Wenn die Summe $P_{g1} + P_{m2}$ positiv ist, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56B** ein Signal DTE6 und gibt dieses ab an die Steuereinheit **60A**, um ein Bestimmungsergebnis aufzuzeigen, daß nämlich der gegenwärtige Zustand in den Wechselstrommotoren M1, M2 beibehalten werden sollte.

[0166] Die Recheneinheit **58A** berechnet das Drehmoment T aus dem Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des Gaspedalbetätigungsgrads ACC aus der externen ECU, berechnet die Energie P_m im Wechselstrommotor M1 auf der Grundlage des berechneten Drehmoments T und der Motordrehzahl MRN1 aus der externen ECU und gibt die berechnete Energie P_m an die Bestimmungseinheit **56B** und an die Steuereinheit **60A** ab.

[0167] Die Recheneinheit **58A** berechnet den Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} im Wechselstrommotor M2 auf der Grundlage der Ausgangsspannung V_m vom Spannungssensor **13** und den Motorstrom MCRT2 aus dem Stromsensor **28** und gibt den berechneten Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} an die Steuereinheit **60A** ab.

[0168] Die Recheneinheit **58A** empfängt des weiteren den Drehmomentbefehlswert TRE aus der Steuereinheit **60A** zum Berechnen des Energieverbrauchs P_{m2} im Wechselstrommotor M2 auf der Grundlage des Drehmomentbefehlswerts TRE und der Motordrehzahl MRN2 aus der externen ECU und gibt den berechneten Energieverbrauch P_{m2} an die Steuereinheit **60A** ab. Die Recheneinheit **58A** berechnet dann die Summe aus der Energie P_m im Wechselstrommotor M1 und dem Energieverbrauch P_{m2} als die Summe des Leistungserzeugungsbetrags P_{g1} im Wechselstrommotor M1 und des Energieverbrauchs P_{m2} und gibt die berechnete Summe $P_{g1} + P_{m2}$ ab an die Bestimmungseinheit **56B**.

[0169] Als Reaktion auf das Signal DTE3 aus der Bestimmungseinheit **56B** sieht die Steuereinheit **60A** die Energie P_m aus der Recheneinheit **58A** als Energieverbrauch P_{m1} im Wechselstrommotor M1 an und vergleicht den Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} aus der Recheneinheit **58A** mit dem Energieverbrauch P_{m1} . Die Steuereinheit **60A** erzeugt dann das Signal RDN (einschließlich RDN1 und RDN2) und gibt das Signal ab an die Motor-ECU **65** zum Einstellen der Drehzahl vom Motor **55** in der Weise, daß der Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_{m1} ist. Genauer gesagt, wenn der Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_{m1} ist, dann erzeugt die Steuereinheit **60A** ein Signal RDN1 und gibt es ab an die Motor-ECU **65**, um die gegenwärtige Drehzahl des Motors **55** beizubehalten. Wenn der Leistungserzeugungsbetrag P_{g2} größer als der Energieverbrauch P_{m1} ist, dann erzeugt die Steuereinheit **60A** ein Signal RDN2 und gibt es ab an die Mo-

tor-ECU **65** zum Absenken der gegenwärtigen Drehzahl vom Motor **55**, so daß der Leistungserzeugungsbetrag **2g2** gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 wird. Die Steuereinheit **60A** erzeugt auch ein Signal RGE2 und gibt es ab an das Spannungswandlersteuermittel **302A**.

[0170] Als Reaktion auf das Signal DTE4 aus der Bestimmungseinheit **56B** erzeugt die Steuereinheit **60A** ein Signal CUT und einen Drehmomentbefehlswert TRE und gibt das Signal CUT an die Motor-ECU **65** und den Drehmomentbefehlswert TRE an die Phasenspannungsrecheneinheit **40A** ab. Der Drehmomentbefehlswert TRE ist ein solcher zum Bestimmen des positiven Drehmoments, das vom Wechselstrommotor M2 abzugeben ist, so daß die Drehzahl des Motors **55** beibehalten oder erhöht wird.

[0171] Als Reaktion auf das Signal DTE5 aus der Bestimmungseinheit **56B** sieht die Steuereinheit **60A** die Energie Pm aus der Recheneinheit **58A** als Leistungserzeugungsbetrag Pg1 im Wechselstrommotor M1 an und vergleicht den Leistungserzeugungsbetrag Pg1 mit dem Energieverbrauch Pm2 aus der Recheneinheit **58A**. Die Steuereinheit **60A** erzeugt dann ein Signal RGE1 und gibt dies ab an das Spannungswandlersteuermittel **302A** zum Begrenzen des Rückgewinnungsbetrags aus dem Wechselstrommotor M1, so daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg1 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm2 ist.

[0172] Als Reaktion auf das Signal DTE6 aus der Bestimmungseinheit **56B** erzeugt die Steuereinheit **60A** kein Steuersignal. Folglich wird der gegenwärtige Zustand in den Wechselstrommotoren M1, M2 beibehalten.

[0173] [Fig. 12](#) ist ein Ablaufdiagramm, das die Operation der Fehlerverarbeitung im Aufwärtswandler **12** vom dritten Ausführungsbeispiel darstellt. Das in [Fig. 12](#) gezeigte Ablaufdiagramm ist dasselbe wie das in [Fig. 8](#) gezeigte Ablaufdiagramm, mit der Ausnahme, daß die Schritte S16 bis S19, S21 und S22 dem in [Fig. 8](#) gezeigten Ablaufdiagramm hinzukommen. Im in [Fig. 12](#) gezeigten Ablaufdiagramm ist Schritt S16 zwischen die Schritte S13 und S14 eingefügt, und die Schritte S14, S15 werden ausgeführt, wenn in Schritt S16 die Entscheidung "Nein" lautet.

[0174] Nach Start einer Operationsserie werden unter Bezug auf [Fig. 12](#) die Schritte S10 bis S13 in der oben beschriebenen Weise ausgeführt. Nach Schritt S13 bestimmt die Bestimmungseinheit **56B**, ob die aus der Recheneinheit **58A** kommende Energie Pm positiv oder negativ ist (Schritt S16). Wenn bestimmt ist, daß die Energie Pm positiv ist, dann bestimmt die Bestimmungseinheit **56B** wiederum, daß der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist. Die Schritte S14, S15, wie sie oben beschrieben worden sind, werden dann so ausgeführt, daß der Leistungserzeu-

gungsbetrag Pg2 im Wechselstrommotor M2 auf einen Wert gesteuert ist, der gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 im Wechselstrommotor M1 ist.

[0175] Genauer gesagt, die Bestimmungseinheit **56B** erzeugt ein Signal DTE3 und gibt dieses ab an die Steuereinheit **60A**. Als Reaktion auf das Signal DTE3 aus der Bestimmungseinheit **56B** sieht die Steuereinheit **60A** die Energie Pm aus der Recheneinheit **58A** an als Energieverbrauch Pm1 im Wechselstrommotor M1. Die Recheneinheit **58A** berechnet den Leistungserzeugungsbetrag Pg2 im Wechselstrommotor M2 auf der Grundlage der Spannung Vm aus dem Spannungssensor **13** und dem Motorstrom MCRT2 vom Stromsensor **28** (Schritt S14) und gibt den berechneten Leistungserzeugungsbetrag Pg2 an die Steuereinheit **60A** ab. Die Steuereinheit **60A** vergleicht den Leistungserzeugungsbetrag Pg2 aus der Recheneinheit **58A** mit dem Energieverbrauch Pm1, erzeugt das Signal RDN zur Abgabe an die Motor-ECU **65** zum Einstellen der Drehzahl des Motors **55**, so daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg2 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 ist, und es wird das Signal RGE2 erzeugt zur Abgabe an das Spannungswandlersteuermittel **302A**. Als Reaktion auf das Signal RDN aus der Steuereinheit **60A** stellt die Motor-ECU die Drehzahl des Motors **55** so ein, daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg2 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 ist. Der Wechselstrommotor M2 erzeugt folglich eine elektrische Leistung, die gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 ist. Als Reaktion auf das Signal RGE2 aus der Steuereinheit **60A** erzeugt das Spannungswandlersteuermittel **302A** das Signal PWMI23 und gibt es ab an den Wechselrichter **31**. Die NPN-Transistoren Q1 bis Q8 vom Wechselrichter **31** werden leitend/sperrend geschaltet, und zwar als Reaktion auf das Signal PWMI23, und es erfolgt die Wandlung der Wechselstromspannung, die der Wechselstrommotor M2 erzeugt, in eine Gleichspannung (Schritt S15).

[0176] Wenn andererseits bestimmt ist, daß die Energie Pm in Schritt S16 negativ ist, dann bestimmt die Bestimmungseinheit **56B**, daß der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus arbeitet und erzeugt das Signal DTE4 zur Abgabe an die Steuereinheit **60A**. Als Reaktion auf das Signal DTE4 aus der Bestimmungseinheit **56B** erzeugt dann die Steuereinheit **60A** ein Signal CUT, das an die Motor-ECU **65** abzugeben ist, und erzeugt einen Drehmomentbefehlswert TRE zur Abgabe an die Phasenspannungsrecheneinheit **40A** und an die Recheneinheit **58A**.

[0177] Die Motor-ECU **65** reagiert auf das Signal CUT zum Sperren der Kraftstoffzufuhr für den Motor **55** (Schritt S17). Die Phasenspannungsrecheneinheit **40A** berechnet eine an jede Phase des Wechselstrommotors M2 anzulegende Spannung auf der

Grundlage eines Drehmomentbefehls werts TRE aus der Steuereinheit **60A**, gibt der Ausgangsspannung V_m aus dem Spannungssensor **13** und den Motorstrom MCRT2 aus dem Stromsensor **28** und die berechnete Spannung ab an die PWM-Signalwandlereinheit **42**. Die PWM-Signalwandlereinheit **42** erzeugt das Signal PWMI21 zum aktuellen Leitend-schalten/Sperren eines jeden der NPN-Transistoren Q1 bis Q8 vom Wechselrichter **31** auf der Grundlage der berechneten Spannung aus der Phasenspannungsrecheneinheit **40A** und gibt das erzeugte Signal PWMI21 an alle Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **31** ab. Die NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **31** werden leitend geschaltet/gesperrt als Reaktion auf das Signal PWMI **21**, und der Wechselrichter **31** steuert den Wechselstrommotor M2 an zur Abgabe eines positiven Drehmoments. Der Wechselstrommotor M2 gibt dadurch ein positives Drehmoment ab und läßt den Motor **55** wenigstens mit der vorgeschriebenen Drehzahl laufen (Schritt S18).

[0178] Die Recheneinheit **58A** empfängt den Drehmomentbefehls wert TRE aus der Steuereinheit **60A** zum Berechnen des Energieverbrauchs P_{m2} im Wechselstrommotor M2 auf der Grundlage des Drehmomentbefehls werts TRE und der Motordrehzahl MRN2 aus der externen ECU (Schritt S19). Zusätzlich berechnet die Recheneinheit **58A** die Summe der Energie P_m , die in Schritt S13 berechnet wurde, und den Energieverbrauch P_{m2} als Summe $P_{g1} + P_{m2}$ des Leistungserzeugungsbetrags P_{g1} im Wechselstrommotor M1 und den Energieverbrauch P_{m2} und gibt die errechnete Summe ab an die Bestimmungseinheit **56B**.

[0179] Die Bestimmungseinheit **56B** bestimmt dann, ob die Summe $P_{g1} + P_{m2}$ positiv oder negativ ist (Schritt S21). Ist bestimmt, daß die Summe $P_{g1} + P_{m2}$ negativ ist, dann erzeugt die Bestimmungseinheit **56B** ein Signal DTE5 und gibt es ab an die Steuereinheit **60A**. Als Reaktion auf das Signal DTE5 aus der Bestimmungseinheit **56B** sieht die Steuereinheit **60A** die Energie P_m aus der Recheneinheit **58A** an als Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} im Wechselstrommotor M1 und vergleicht den Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} mit dem Energieverbrauch P_{m2} aus der Recheneinheit **58A**. Die Steuereinheit **60A** erzeugt dann ein Signal RGE1 und gibt es ab an das Spannungswandlersteuermittel **302A** zum Begrenzen des Rückgewinnungsbetrags aus dem Wechselstrommotor M1, so daß der Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} gleich oder kleiner als der Energieverbrauch P_{m2} ist.

[0180] Als Reaktion auf das Signal RGE1 aus der Steuereinheit **60A** erzeugt das Spannungswandlersteuermittel **302A** ein Signal PWMI13 und gibt es ab an den Wechselrichter **14** zum Begrenzen des Leistungserzeugungsbetrags P_{g1} auf den Energiever-

brauch P_{m2} oder darunter. Die NPN-Transistoren Q3 bis Q8 vom Wechselrichter **14** werden leitend/sperrend geschaltet als Reaktion auf das Signal PWMI13, und der Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} im Wechselstrommotor M1 wird begrenzt auf den Energieverbrauch P_{m2} im Wechselstrommotor M2 oder darunter (Schritt S22).

[0181] Wenn andererseits bestimmt ist, daß die Summe $P_{g1} + P_{m2}$ in Schritt S21 positiv ist, dann gibt die Bestimmungseinheit **56B** ein Signal DTE6 an die Steuereinheit **60A** ab. Die Steuereinheit **60A** nimmt dann das Signal DTE6 aus der Bestimmungseinheit **56B** auf, um kein Steuersignal zu erzeugen. Der Wechselstrommotor M1 erzeugt damit einen Leistungserzeugungsbetrag P_{g1} , der gleich der Energie P_m ist, die in Schritt S13 errechnet wurde, und der Wechselstrommotor M2 verbraucht den Energieverbrauch P_{m2} , der in Schritt S19 errechnet wurde. Mit anderen Worten, die Wechselstrommotore M1, M2 werden im gegenwärtigen Zustand gehalten. Eine Operationsserie endet damit.

[0182] Im in [Fig. 12](#) gezeigten Schritt S18 wird der Wechselstrommotor M2 so gesteuert, daß er ein positives Drehmoment abgibt, wenn der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus arbeitet. Auf diese Weise ist das dritte Ausführungsbeispiel dadurch gekennzeichnet, daß bei nicht mit dem Motor **55** im Rückgewinnungsmodus verbundenen Wechselstrommotor M1 der Wechselstrommotor M2 mit dem Motor **55** verbunden ist und die Steuerung so erfolgt, daß ein positives Drehmoment abgegeben wird. Mit anderen Worten, der Energieverbrauch im Wechselstrommotor M2 ist angestiegen, um zu vermeiden, daß eine Spannung gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit des Kondensator C2 angelegt wird.

[0183] Unter Rückbezug auf [Fig. 9](#) wird die Gesamtoperation im Spannungswandlergerät **100B** beschrieben. Nach Start der Gesamtoperation erzeugt das Steuergerät **30B** ein Signal SE mit H-Pegel und gibt dieses an die Systemrelais SR1, SR2, um die Systemrelais SR1, SR2 zu aktivieren. Die Gleichstromversorgung B gibt eine Gleichspannung an den Aufwärtswandler **12** über die Systemrelais SR1, SR2 ab.

[0184] Der Spannungssensor **10** stellt die Gleichspannung V_b aus der Gleichstromversorgung B fest und gibt die festgestellte Gleichspannung V_b ab an das Steuergerät **30B**. Der Spannungssensor **13** stellt die Spannung V_m am Kondensator C2 fest und gibt die festgestellte Spannung V_m an die Steuereinrichtung **30B** ab. Der Stromsensor **24** stellt den Motorstrom MCRT1 fest, der den Wechselstrommotor M1 durchfließt, und gibt den festgestellten Strom ab an das Steuergerät **30B**. Der Stromsensor **28** stellt den Motorstrom MCRT2 fest, der den Wechselstrommo-

tor M2 durchfließt, und gibt den festgestellten Strom an das Steuergerät **30B** ab. Das Steuergerät **30B** empfängt Drehmomentbefehlswerte TR1, TR2 und Motordrehzahlen MRN1, MNR2 aus der externen ECU.

[0185] Das Steuergerät **30B** erzeugt dann Signal PWMI11 auf der Grundlage der Gleichspannung Vb, der Ausgangsspannung Vm, dem Motorstrom MCRT1, dem Drehmomentbefehlswerts TR1 und der Motordrehzahl MRN1, entsprechend dem zuvor beschriebenen Verfahren und auf der Grundlage des erzeugten Signals PWMI11 an den Wechselrichter **14**. Das Steuergerät **30** erzeugt auch das Signal PWMI21 auf der Grundlage der Gleichspannung Vb, der Ausgangsspannung Vm, des Motorstroms MCRT2, des Drehmomentbefehlswerts TR2 und der Motordrehzahl MRN2, entsprechend dem zuvor beschriebenen Verfahren, und das erzeugte Signal PWMI21 wird an den Wechselrichter **31** abgegeben.

[0186] Wenn darüber hinaus der Wechselrichter **14** (oder **31**) den Wechselstrommotor M1 (oder M2) ansteuert, dann erzeugt das Steuergerät **30B** Signal PWMU zum Steuern des Umschaltens der NPN-Transistoren Q1, Q2 vom Wechselrichter **12** auf der Grundlage der Gleichspannung Vb, der Ausgangsspannung Vm, des Motorstroms MCRT1 (oder MCRT2), des Drehmomentbefehlswerts TR1 (oder TR2) und der Motordrehzahl MRN1 (oder MRN2), und das erzeugte Signal PWMU wird zum Aufwärtswandler **12** abgegeben.

[0187] Als Reaktion auf das Signal PWMU wandelt dann der Aufwärtswandler **12** die Gleichspannung Vb aus der Gleichstromversorgung und liefert die aufwärtsgewandelte Gleichspannung über die Knoten N1, N2 zum Kondensator C2. Der Wechselrichter **14** wandelt dann die Gleichspannung, die der Kondensator C2 geglättet hat, in eine Wechselspannung entsprechend dem Signal PWMI11 aus dem Steuergerät **30B** zum Ansteuern des Wechselstrommotors M1. Der Wechselrichter **31** setzt die Gleichspannung um in eine Wechselspannung, die der Kondensator geglättet hat, entsprechend dem Signal PWMI21 aus dem Steuergerät **30B** zum Ansteuern des Wechselstrommotors M2. Der Wechselstrommotor M1 erzeugt folglich ein Drehmoment, wie es der Drehmomentbefehlswert TR1 bestimmt hat, und der Wechselstrommotor M2 erzeugt ein Drehmoment, das der Drehmomentbefehlswert TR2 bestimmt hat.

[0188] Wenn das Hybridfahrzeug oder Elektrofahrzeug mit dem Spannungswandlergerät **100B** im Rückgewinnungsabschaltmodus ist, dann empfängt das Steuergerät **30B** Signal RGE aus der externen ECU und erzeugt als Reaktion auf das empfangene Signal RGE die Signale PWM13, 23 zur Abgabe an die Wechselrichter **14** beziehungsweise **31** und erzeugt das Signal PWMD zur Abgabe an den Auf-

wärtswandler **12**.

[0189] Der Wechselrichter **14** setzt dann die Wechselspannung vom Wechselstrommotor M1 in eine Gleichspannung um als Reaktion auf das Signal PWM13 und liefert die gewandelte Gleichspannung über den Kondensator C2 an den Aufwärtswandler **12**. Der Wechselrichter **31** wandelt die Wechselspannung, die der Wechselstrommotor M2 erzeugt hat, als Reaktion auf Signal PWM23 in eine Gleichspannung und liefert die gewandelte Gleichspannung über den Kondensator C2 zum Aufwärtswandler **12**. Der Aufwärtswandler **12** empfängt dann die Gleichspannung aus dem Kondensator C2 über die Knoten N1, N2, wandelt die empfangene Gleichspannung abwärts gemäß dem Signal PWMD und liefert die abwärts gewandelte Gleichspannung an die Gleichstromversorgung B. Der elektrische Strom, den der Wechselstrommotor M1 oder der Wechselstrommotor M2 erzeugt hat, wird dadurch in die Gleichstromversorgung B geliefert.

[0190] Das Steuergerät **30B** stellt einen Fehler im Aufwärtswandler **12** fest gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren und bestimmt, ob der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist oder im Rückgewinnungsmodus auf der Grundlage einer Energie Pm im Wechselstrommotor M1. Wenn der Wechselstrommotor M1 im Antriebsmodus ist, dann steuert das Steuergerät **30B** den Wechselstrommotor M2 so, daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg2 im Wechselstrommotor M2 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 im Wechselstrommotor M1 ist. Wenn der Wechselstrommotor M1 im Rückgewinnungsmodus ist, dann steuert das Steuergerät **30B** den Wechselstrommotor M1 so, daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg1 im Wechselstrommotor M1 gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm2 im Wechselstrommotor M2 ist.

[0191] Eine Spannung gleich oder höher als die Spannungsfestigkeit wird folglich daran gehindert, an den Kondensator C2 zu gelangen, selbst wenn der Wechselrichter **12** versagt.

[0192] Angemerkt sei, daß das Fehlerverarbeitungsverfahren nach der vorliegenden Erfindung entsprechend dem in [Fig. 12](#) gezeigten Ablaufdiagramm das Feststellen eines Fehlers im Aufwärtswandler und das Steuern des Leistungserzeugungsbetrags Pg1 im Wechselstrommotor M1 auf einen gleichen oder geringeren Wert als der Energieverbrauch Pm2 im Wechselstrommotor M2 gesteuert wird oder daß der Leistungserzeugungsbetrag Pg2 im Wechselstrommotor M2 so gesteuert wird, daß er gleich oder kleiner als der Energieverbrauch Pm1 im Wechselstrommotor M1 ist.

[0193] Die Fehlerverarbeitung im Motordrehmomentsteuermittel **301B** wird aktuell von der CPU ge-

steuert. Die CPU liest ein Programm mit den Schritten des in [Fig. 12](#) gezeigten Ablaufdiagramms aus dem ROM und führt das Leseprogramm zum Steuern der Fehlerverarbeitung für den Aufwärtswandler **12** gemäß dem in [Fig. 12](#) gezeigten Ablaufdiagramm aus. Folglich entspricht der ROM einem computerlesbaren Medium (einem CPU-lesbaren Medium) mit einem Programm, das dort mit den in [Fig. 12](#) gezeigten Schritten des Ablaufdiagramms aufgezeichnet ist.

[0194] Die Wechselstrommotore M1, M2 bilden "elektronische Lasten (einschließlich erster und zweiter elektronischer Lasten)".

[0195] Andere Einzelheiten gleichen jenen des ersten Ausführungsbeispiels.

[0196] Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel enthält das Spannungswandlergerät eine Steuereinrichtung, die den Leistungserzeugungsbetrag in einem der Wechselstrommotore auf einen gleichen oder geringeren Wert als den Energieverbrauch im anderen Wechselstrommotor steuert, für den Fall des Versagens in einem Aufwärtswandler, womit vermieden wird, daß eine Spannung an den Kondensator angelegt wird, die dessen Spannungsfestigkeit überschreitet, wobei der Kondensator an einem Eingang des Wechselrichters vorgesehen ist.

[0197] Angemerkt sei, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die oben dargelegten Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern auf eine Vielzahl von Hybridfahrzeugen oder Elektrofahrzeugen anwendbar ist. Eine Vielzahl von Wechselrichtern und Motoren kann beispielsweise parallel zum Kondensator C2 geschaltet werden, und jeder Motor (oder jeder Motorgenerator) kann unabhängig angesteuert werden. In diesem Falle kann ein Motor verwendet werden, um ein Hinterrad anzutreiben, und der andere Motor kann das Vorderrad antreiben. Ein Hybridfahrzeug ist bekannt, das einen Planetengetriebemechanismus verwendet, wobei ein Motorgenerator mit einem Zentralritzels des Planetengetriebemechanismus gekoppelt ist, ein Motor ist mit einem Planetengetriebemechanismusträger gekoppelt, und der andere Motorgenerator ist an ein Ringgetriebe angekoppelt. Die vorliegende Erfindung ist auch anwendbar bei einem solchen Hybridfahrzeug.

[0198] Obwohl die vorliegende Erfindung in Einzelheiten beschrieben und dargestellt wurde, versteht es sich, daß dieselbe nur der beispielhaften Darstellung dient und keineswegs als Beschränkung anzusehen ist, wobei der Erfindungsgedanke und der Umfang der vorliegenden Erfindung lediglich in Hinsicht auf die anliegenden Patentansprüche beschränkt ist.

Industrielle Anwendbarkeit

[0199] Die vorliegende Erfindung ist bei einem

Spannungswandlergerät anwendbar, das zu einer Fehlerverarbeitung in einem Aufwärtswandler in der Lage ist ohne die Spannungsfestigkeit eines Kondensators erhöhen zu müssen, der sich am Eingang des Wechselrichters befindet. Die vorliegende Erfindung ist auch anwendbar bei einem Fehlerverarbeitungsverfahren, das in der Lage ist, einen Fehler in einem Aufwärtswandler zu verarbeiten, ohne daß die Spannungsfestigkeit eines Kondensators erhöht werden muß, der sich am Eingang eines Wechselrichters befindet. Die vorliegende Erfindung ist weiterhin anwendbar bei einem computerlesbaren Aufzeichnungsmedium mit dem Programm, das darauf aufgezeichnet ist, um einen Computer zu veranlassen, die Fehlerverarbeitung für einen Aufwärtswandler auszuführen, ohne daß dafür die Spannungsfestigkeit eines Kondensators erhöht werden muß, der sich am Eingang des Wechselrichters befindet.

Patentansprüche

1. Spannungswandlergerät, mit:
einer elektrischen Last (M1, M2, G1) mit elektrischer Stromerzeugungsfunktion;
einem Kondensator (C2), der mit dem Eingang der elektrischen Last (M1, M2, G1) verbunden ist;
einem Abwärtswandler (**12**), der Spannung vom Kondensator (C2) abwärts wandelt;
einem ersten Steuermittel (**14, 31, 18**), das die elektrische Stromstärke steuert, die die elektrische Last (M1, M2, G1) erzeugt; und mit
einem zweiten Steuermittel (**30, 30A, 30B**), das an das erste Steuermittel (**14, 31, 18**) einen Befehl zum Anweisen des Sperrens der elektrischen Stromerzeugung in der elektrischen Last (M1, M2, G1) oder das Absenkens der elektrischen Stromstärke abgibt, die die elektrische Last (M1, M2, G1) erzeugt, wenn der Abwärtswandler (**12**) versagt.

2. Spannungswandlergerät nach Anspruch 1, dessen Abwärtswandler (**12**) eine Spannungsaufwärtswandelfunktion besitzt.

3. Spannungswandlergerät nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem die elektrische Last (M1, M2) ein Motor ist, der eine elektrische Stromerzeugungsfunktion besitzt, das zweite Steuermittel (**30, 30A, 30B**) an das erste Steuermittel (**14, 31**) einen Befehl zum Anweisen des Sperrens einer elektrischen Regenerativstromerzeugungsfunktion des Motors anweist, wenn der Abwärtswandler (**12**) versagt, und das zweite Steuermittel (**14, 31**) eine elektrische Regenerativstromstärke vom Motor auf der Grundlage des Befehls begrenzt.

4. Spannungswandlergerät nach Anspruch 3, bei dem das zweite Steuermittel (**30, 30A, 30B**) einen Befehl zum Anweisen des Sperrens der elektrischen Rege-

nerativstromerzeugung vom Motor an das erste Steuermittel (**14**, **31**) abgibt, und bei der das erste Steuermittel (**14**, **31**) die elektrische Regenerativstromstärke vom Motor aufgrund des Befehls auf Null steuert.

5. Spannungswandlergerät nach Anspruch 3, das des weiteren über eine andere elektrische Last (M1) verfügt, die sich vom Motor unterscheidet, bei dem das zweite elektrische Steuermittel (**30B**) einen Befehl zum Anweisen einer Begrenzung der vom Motor erzeugten elektrischen Regenerativstromstärke auf einen kleineren Wert als der Stromverbrauch in der anderen elektrischen Last (M1) an das erste Steuermittel (**31**) abgibt, und bei dem das erste Steuermittel (**31**) die elektrische Regenerativstromstärke begrenzt, die der Motor auf der Grundlage des Befehls erzeugt.

6. Spannungswandlergerät, mit:
einer ersten elektrischen Last (G1, M2) mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion;
einem Kondensator (C2), der mit einem Eingang der ersten elektrischen Last (G1, M2) verbunden ist, einem Abwärtswandler (**12**), der eine Spannung des Kondensators (C2) abwärts wandelt;
einer zweiten elektrischen Last (M1), die durch Aufnahme von der ersten elektrischen Last (G1, M2) erzeugten elektrischen Stroms arbeitet;
einem ersten Steuermittel (**14**) zum Steuern der Stromverbrauchsstärke in der zweiten elektrischen Last (M1); und mit
einem zweiten Steuermittel (**30A**, **30B**), das an das erste Steuermittel (**14**) einen Befehl abgibt, um die Stromverbrauchsstärke in der zweiten elektrischen Last (M1) zu erhöhen, wenn der Abwärtswandler (**12**) versagt.

7. Spannungswandlergerät nach Anspruch 6, bei dem die zweite elektrische Last (M1) ein Motor ist, das erste Steuermittel (**14**) des weiteren das Drehmoment des Motors steuert, das zweite Steuermittel (**30A**, **30B**) an das erste Steuermittel (**14**) einen Befehl zum Anweisen des Motors abgibt, ein positives Drehmoment abzugeben, und bei dem das erste Steuermittel (**14**) das Drehmoment des Motors auf der Grundlage des Befehls auf einen positiven Wert steuert.

8. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm zum Veranlassen eines Computers, eine Fehlerverarbeitung in einer Spannungswandlergerät auszuführen, mit:
einer elektrischen Last (M1, M2, G1) mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion,
einem Kondensator (C2), der mit dem Eingang der elektrischen Last (M1, M2, G1) verbunden ist, und mit

einem Abwärtswandler (**12**), der eine Spannung vom Kondensator (C2) abwärts wandelt, wobei das Programm den Computer veranlaßt, einen ersten Schritt des Erzeugens eines Befehls auszuführen zum Anweisen des Sperrens der elektrischen Stromerzeugung in der elektrischen Last (M1, M2, G1) oder zum Anweisen des Absenkens der elektrischen Stromstärke, die die elektrische Last (M1, M2, G1) erzeugt, wenn der Abwärtswandler (**12**) versagt, und einen zweiten Schritt des Steuerns einer elektrischen Stromstärke auszuführen, die die elektrische Last (M1, M2, G1) auf der Grundlage des im ersten Schritt erzeugten Befehls erzeugt.

9. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm, nach Anspruch 8, bei dem die elektrische Last (M1, M2) ein Motor ist, der eine elektrische Stromerzeugungsfunktion besitzt, und bei dem der erste Schritt ein Befehl zum Anweisen der Begrenzung einer elektrischen Regenerativstromerzeugungsfunktion des Motors erzeugt.

10. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm, nach Anspruch 9 ist, wobei der erste Schritt einen Befehl zum Sperren der elektrischen Regenerativstromerzeugung des Motors erzeugt.

11. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm, nach Anspruch 9, bei dem das Spannungswandlergerät des weiteren eine andere elektrische Last (M1) enthält, die sich von der elektrischen Last (M2, G1) unterscheidet, und bei dem der erste Schritt des Programms einen Befehl erzeugt zum Anweisen der Begrenzung der elektrischen Regenerativstromstärke auf einen kleineren Wert als den beim Stromverbrauch vom Motor in der anderen elektrischen Last (M1) hervorgerufenen.

12. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm zum Veranlassen eines Computers, eine Fehlerverarbeitung in einem Spannungswandlergerät auszuführen, wobei das Spannungswandlergerät ausgestattet ist mit
einer elektrischen Last (M2, G1) mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion,
einem mit einem Eingang der elektrischen Last (M2, G1) verbundenen Kondensator (C2), einem Abwärtswandler (**12**), der eine Spannung vom Kondensator (C2) abwärts wandelt, und mit
einer zweiten elektrischen Last (M1), die durch Aufnahme elektrischen Stroms arbeitet, den die erste elektrische Last (M2, G1) erzeugt, wobei das Programm den Computer veranlaßt,

einen ersten Schritt des Erzeugens eines Befehls auszuführen, um die Stromverbrauchsstärke in der zweiten Last (M1) zu erhöhen, wenn der Abwärtswandler (12) versagt, und einen zweiten Schritt des Steuerns einer Stromverbrauchsstärke in der zweiten elektrischen Last (M1) auf der Grundlage des im ersten Schritt erzeugten Befehls auszuführen.

13. Computerlesbares Aufzeichnungsmedium mit einem darauf aufgezeichneten Programm, nach Anspruch 12, bei dem die zweite elektrische Last (M1) ein Motor ist, und der erste Schritt des Programms einen Befehl zum Anweisen des Motors zur Abgabe eines positiven Drehmoments erzeugt, wenn der Abwärtswandler (12) versagt, und der zweite Schritt das Drehmoment des Motors auf einen positiven Wert auf der Grundlage des im ersten Schritt erzeugten Befehls steuert.

14. Fehlerverarbeitungsverfahren in einem Spannungswandlergerät, das ausgestattet ist mit einer elektrischen Last (M1, M2, G1) mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion, einem Kondensator (C2), der mit dem Eingang der elektrischen Last (M1, M2, G1) verbunden ist, und mit einem Abwärtswandler (12), der eine Spannung des Kondensators C2 abwärts wandelt, wobei das Fehlerverarbeitungsverfahren folgendes umfaßt:
einen ersten Schritt des Erzeugens eines Befehls zum Anweisen des Sperrens der elektrischen Stromerzeugung in der elektrischen Last (M1, M2, G1) und zum Anweisen des Verringerns der von der elektrischen Last (M1, M2, G1) erzeugten elektrischen Stromstärke, wenn der Abwärtswandler (12) versagt; und mit einem zweiten Schritt des Steuerns einer elektrischen Stromstärke, die die elektrische Last (M1, M2, G1) auf der Grundlage des im ersten Schritt erzeugten Befehls erzeugt.

15. Fehlerverarbeitungsverfahren nach Anspruch 14, bei dem die elektrische Last (M1, M2) ein Motor mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion ist und der erste Schritt einen Befehl zum Anweisen einer Begrenzung einer elektrischen Regenerativstromerzeugungsfunktion vom Motor erzeugt.

16. Fehlerverarbeitungsverfahren nach Anspruch 15, bei dem der erste Schritt einen Befehl zum Anweisen des Sperrens der elektrischen Regenerativstromerzeugung vom Motor erzeugt.

17. Fehlerverarbeitungsverfahren nach Anspruch 15, bei dem das Spannungswandlergerät des weiteren eine an-

dere elektrische Last (M1) enthält, die sich von der elektrischen Last (M2) unterscheidet, und bei dem der erste Schritt des Fehlerverarbeitungsverfahrens einen Befehl zum Anweisen der Begrenzung einer elektrischen Regenerativstromstärke erzeugt, die der Motor mit einem Wert erzeugt, der kleiner als der Verbrauch der anderen elektrischen Last (M1) ist.

18. Fehlerverarbeitungsverfahren in einer Spannungswandlergerät, bei dem das Spannungswandlergerät ausgestattet ist mit einer ersten elektrischen Last (M2, G1) mit einer elektrischen Stromerzeugungsfunktion, einem Kondensator (C2), der mit einem Eingang der elektrischen Last (M2, G1) verbunden ist, einem Abwärtswandler (12), der eine Spannung des Kondensators (C2) heruntersetzt, und einer zweiten elektrischen Last (M1), die durch Aufnahme elektrischen Stroms arbeitet, den die erste elektrische Last (M2, G1) erzeugt, wobei das Fehlerverarbeitungsverfahren weiterhin umfaßt: einen ersten Schritt des Erzeugens eines Befehls zum Anweisen des Erhöhen einer Stromverbrauchsstärke in der zweiten elektrischen Last (M1), wenn der Abwärtswandler (12) versagt; und mit einem zweiten Schritt des Steuerns einer Stromverbrauchsstärke in der zweiten elektrischen Last (M1) auf der Grundlage des im ersten Schritt erzeugten Befehls.

19. Fehlerverarbeitungsverfahren nach Anspruch 18, bei dem die zweite elektrische Last (M1) ein Motor ist und der erste Schritt des Fehlerverarbeitungsverfahrens einen Befehl zum Anweisen des Motors zum Abgeben eines positiven Drehmoments erzeugt, wenn der Abwärtswandler (12) versagt, und der zweite Schritt das Drehmoment des Motors auf einen positiven Wert auf der Grundlage des Befehls im ersten Schritt steuert.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

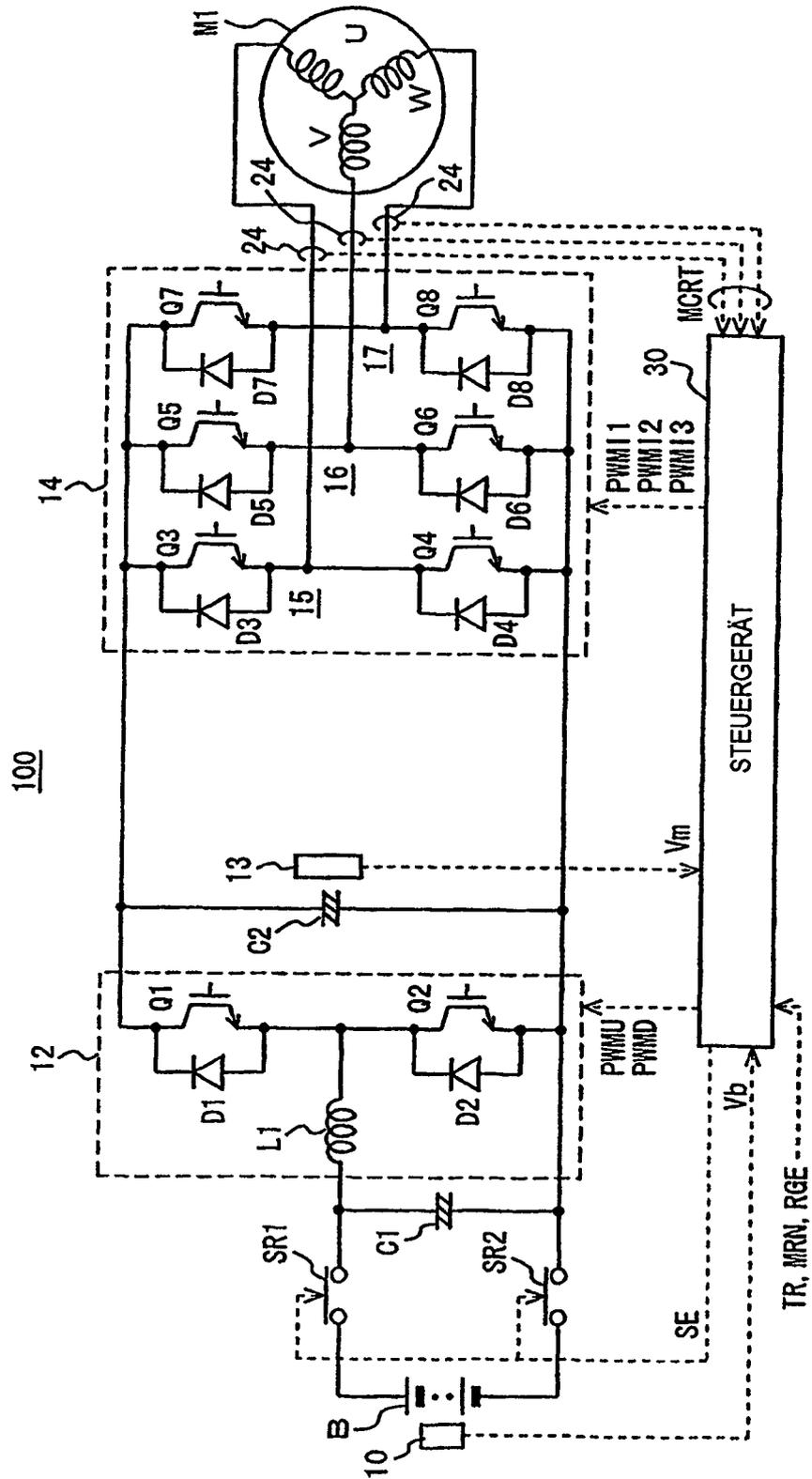


FIG. 2

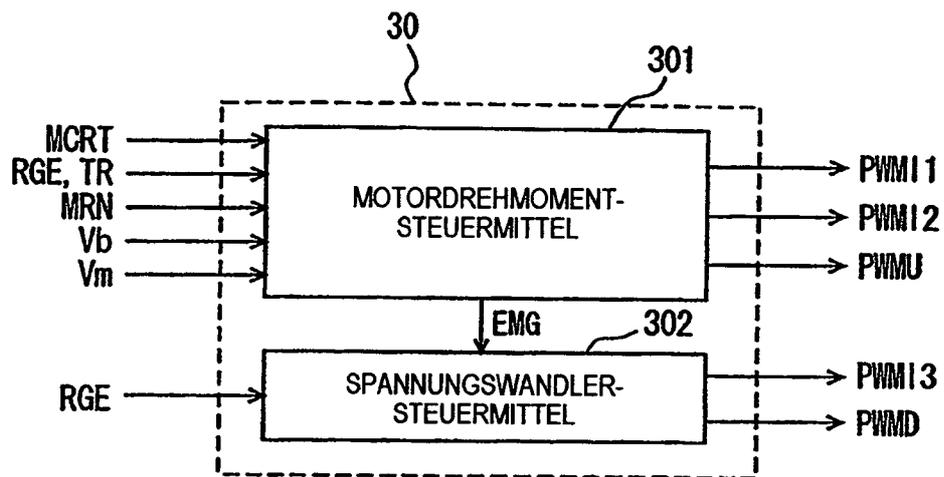


FIG. 3

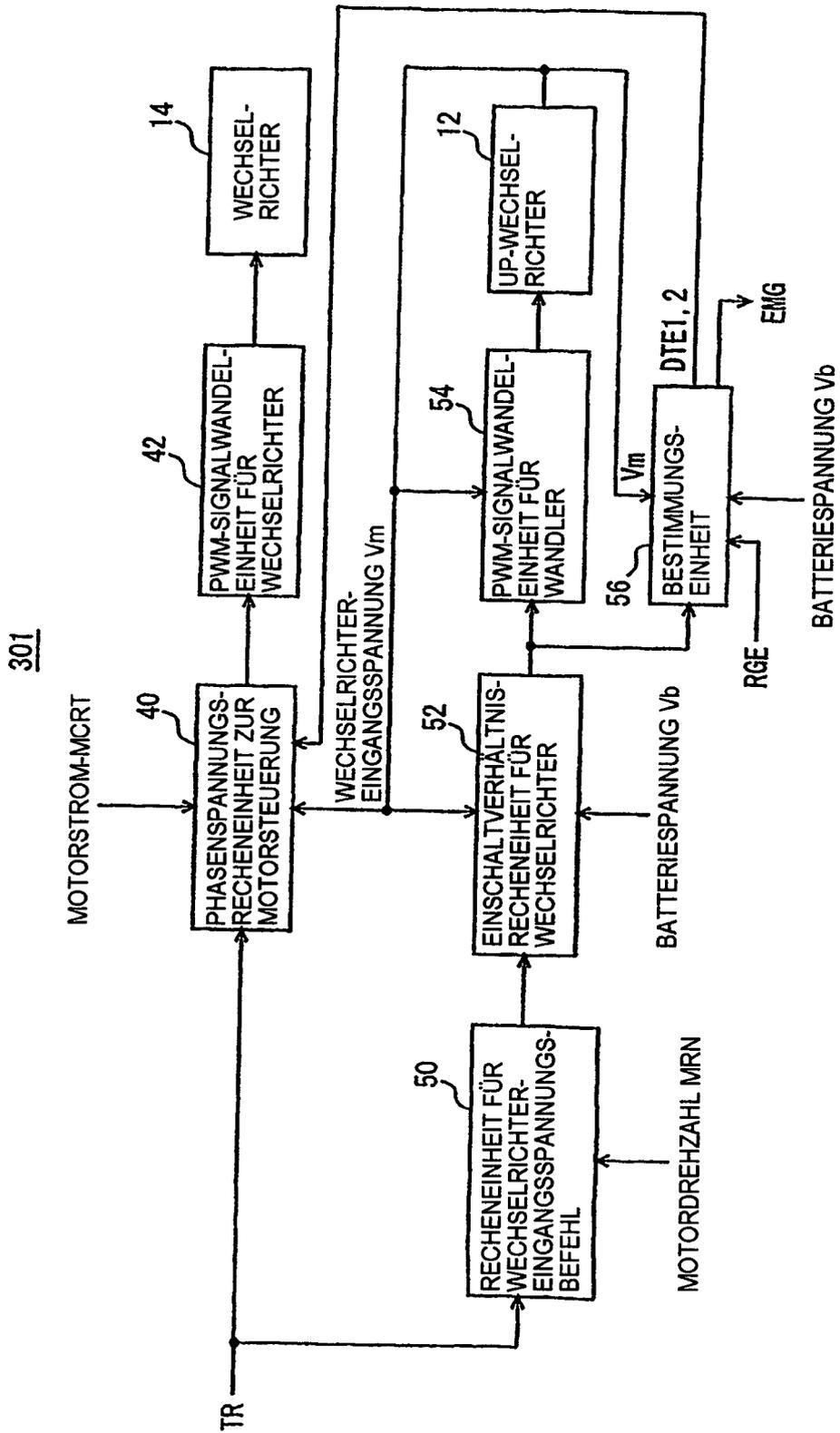


FIG. 4

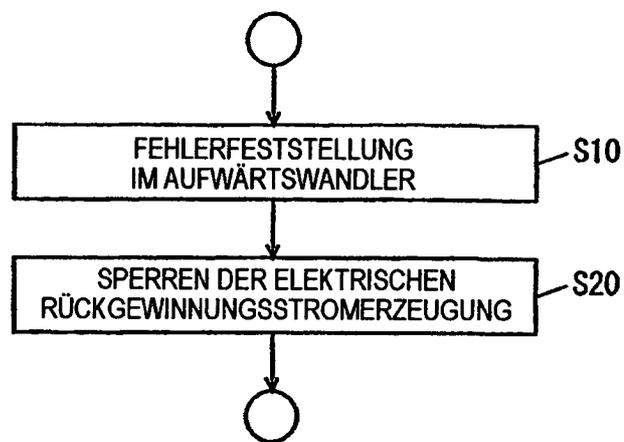


FIG. 5

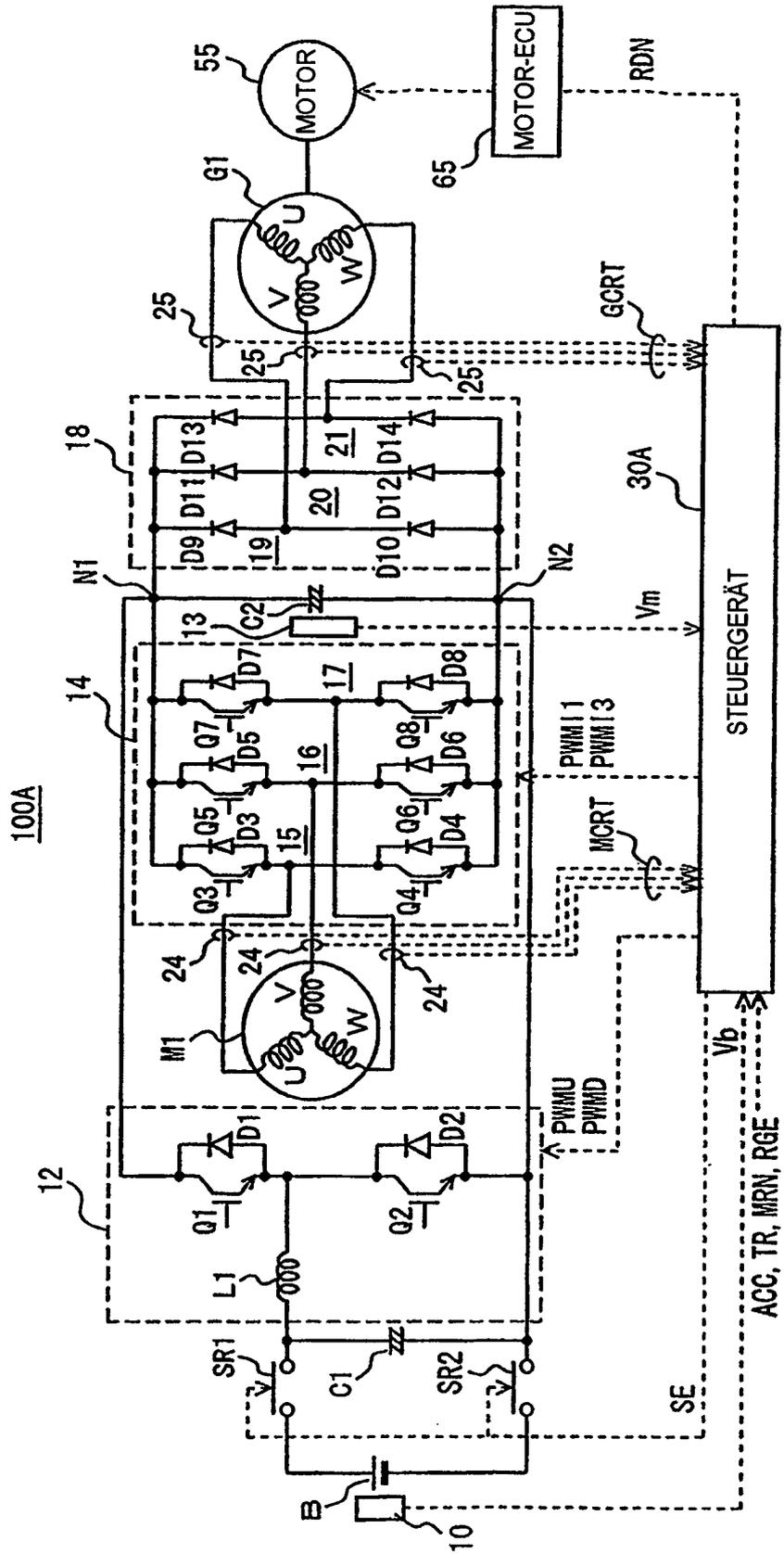


FIG. 6

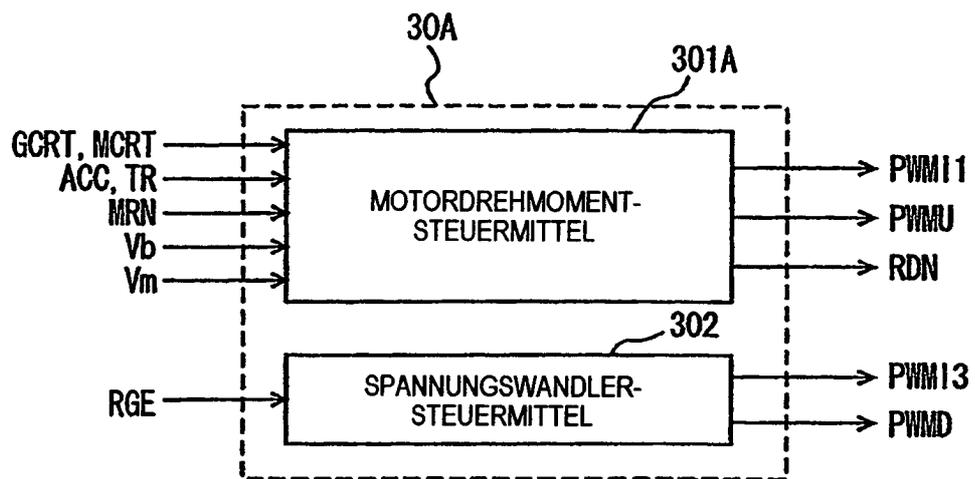


FIG. 7

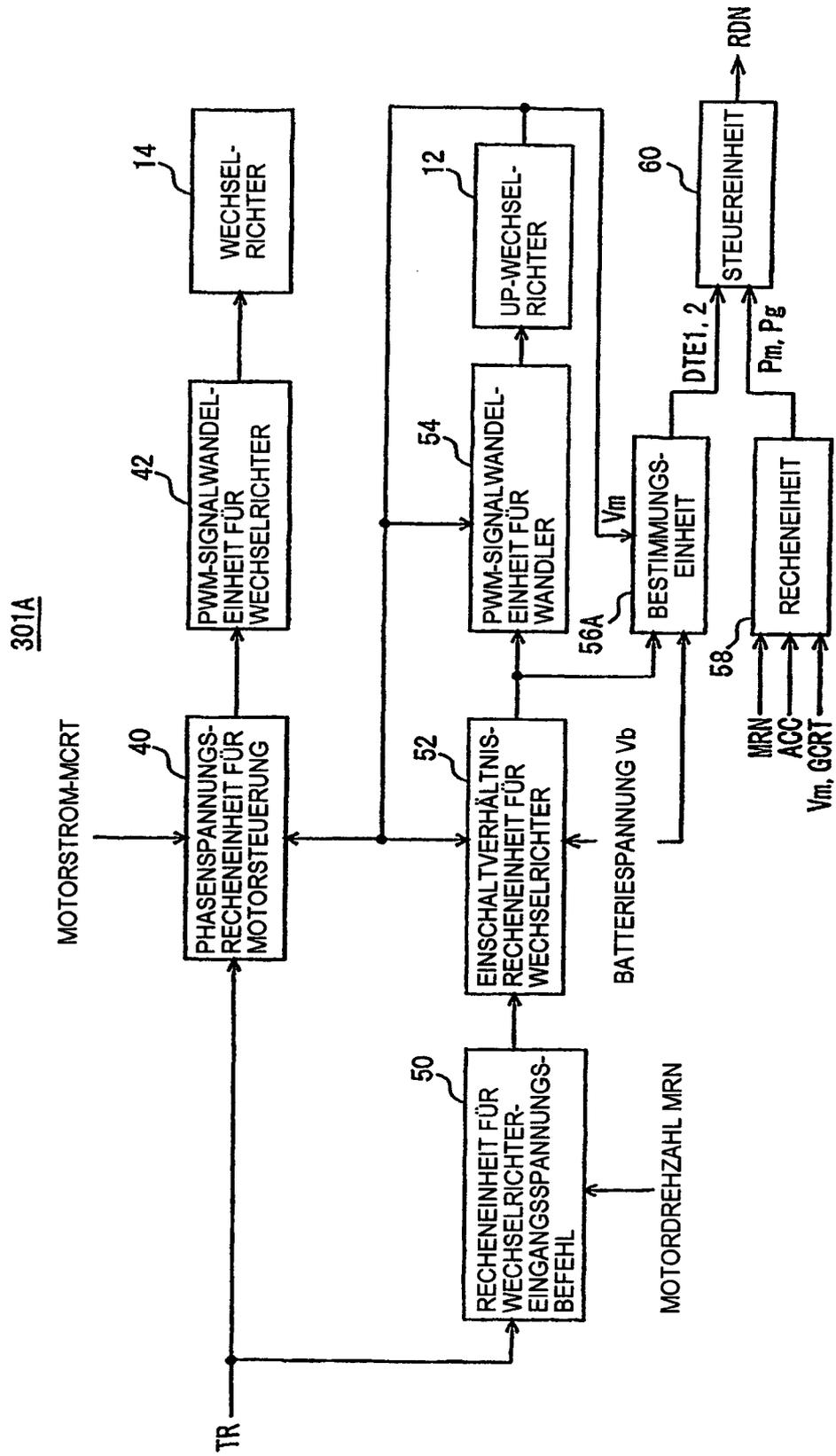


FIG. 8

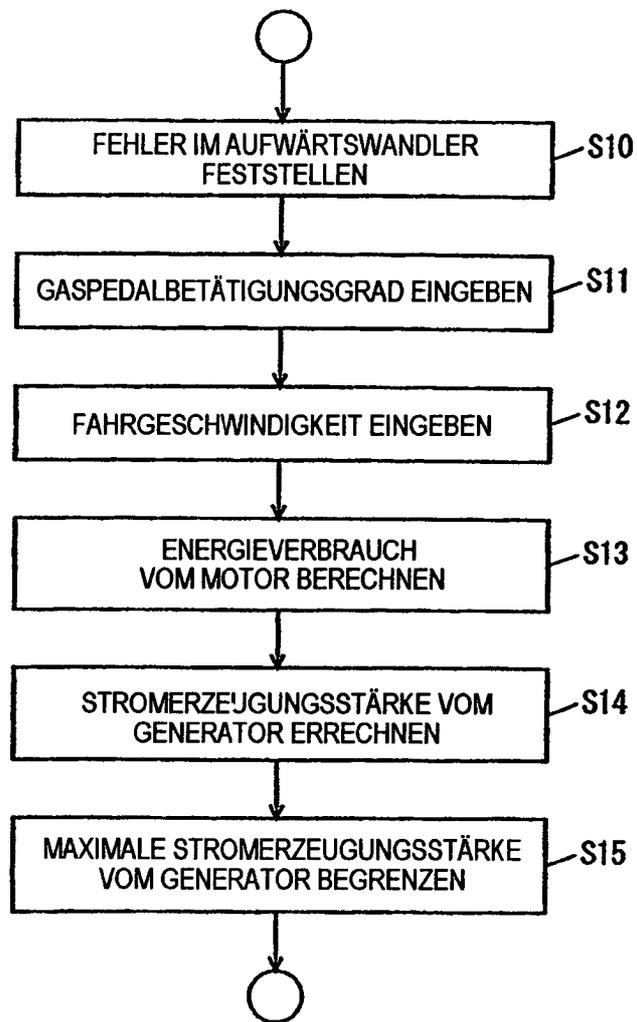


FIG. 9

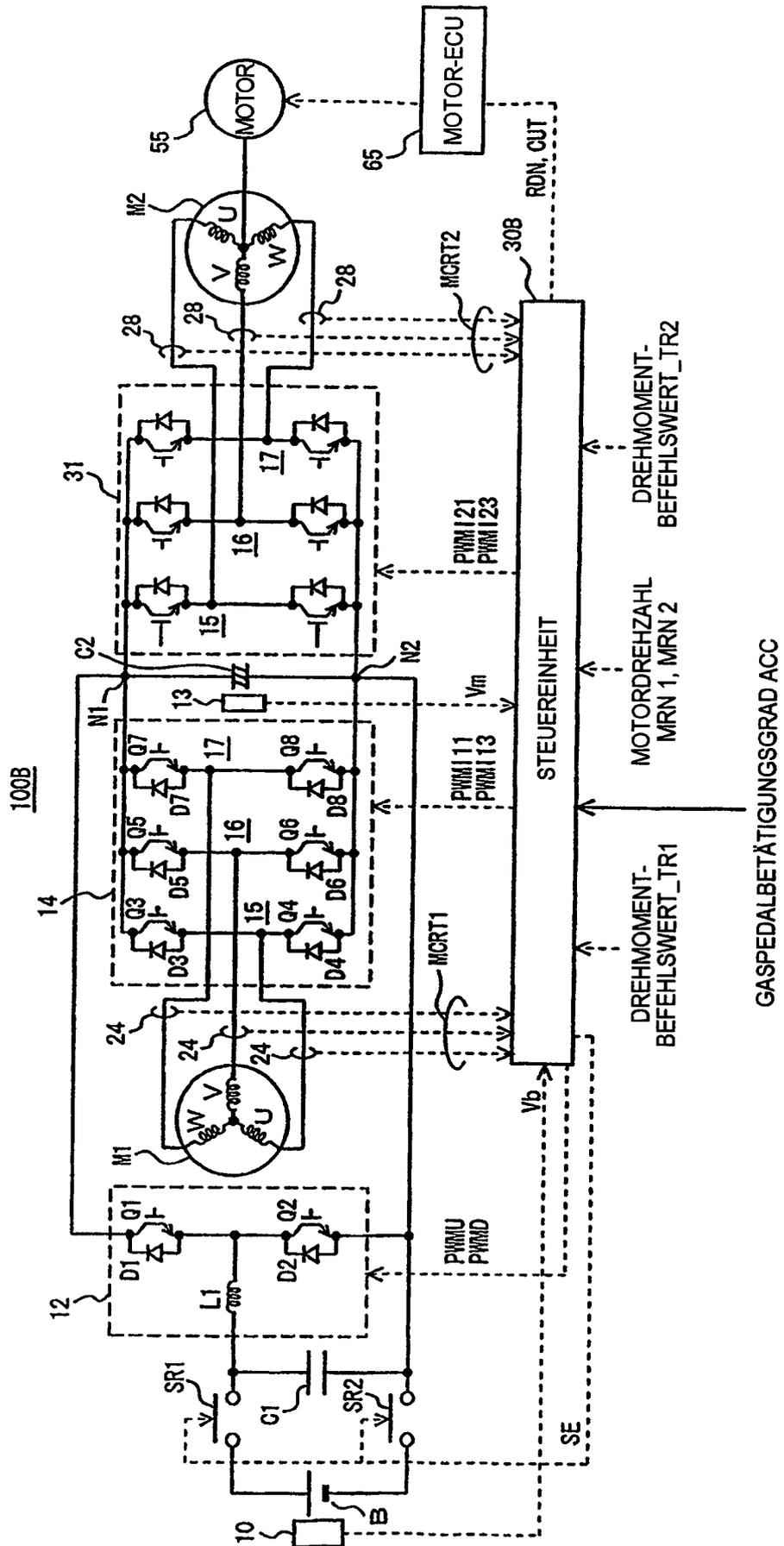


FIG. 10

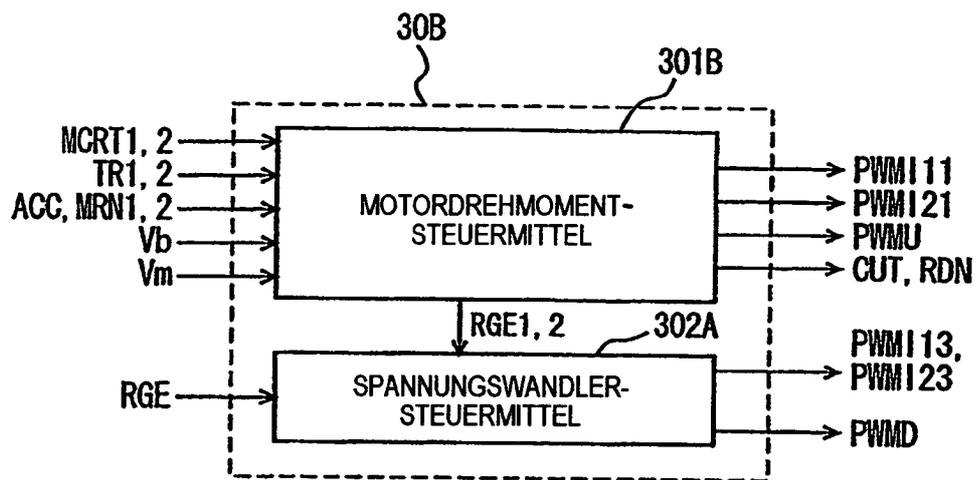


FIG. 11

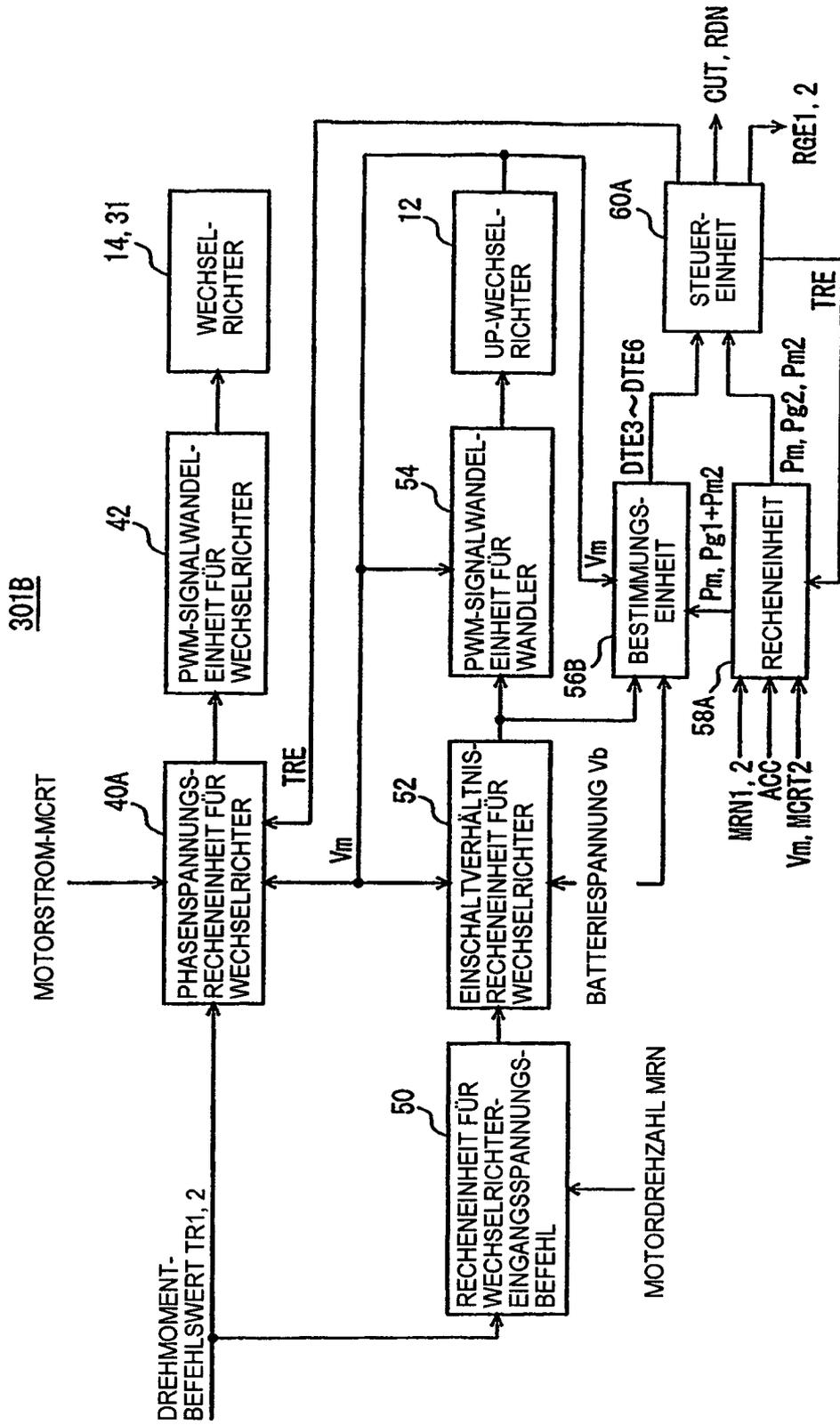


FIG. 12

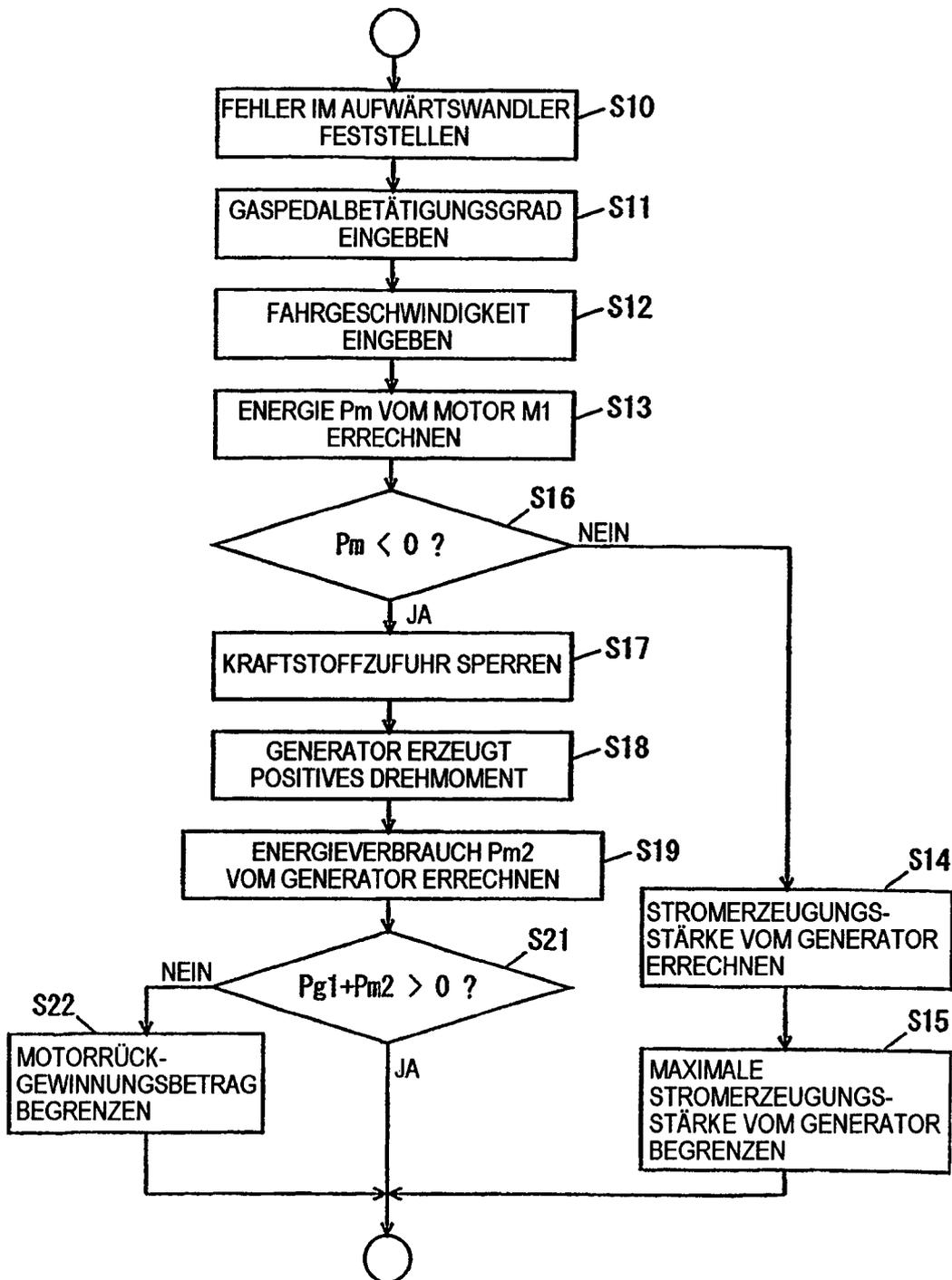


FIG. 13

