



(10) **DE 10 2015 114 243 A1** 2016.03.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 114 243.0**

(22) Anmeldetag: **27.08.2015**

(43) Offenlegungstag: **03.03.2016**

(51) Int Cl.: **H02M 1/32 (2007.01)**

H02M 3/158 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2014-174139 28.08.2014 JP

2015-040196 02.03.2015 JP

(74) Vertreter:

TBK, 80336 München, DE

(71) Anmelder:

DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(72) Erfinder:

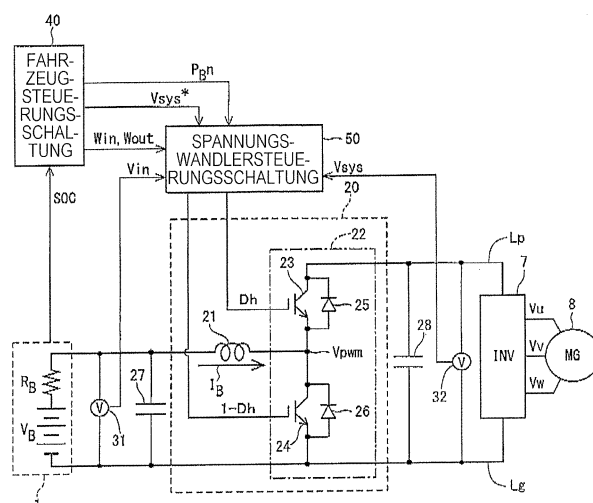
Katsuki, Yuichi, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Itoh, Takeshi, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Spannungswandlersteuerungsgerät**

(57) Zusammenfassung: Ein Spannungswandlersteuerungsgerät steuert wiederholte Schaltbetriebe eines Spannungswandlers für eine Umwandlung zwischen einer Anschlussspannung einer Batterie als eine Eingangsseitenspannung und einer Anschlussspannung eines Leistungsumrichters als eine Ausgangsseitenspannung, indem ein Befehlswert eines Tastgrades des Schaltens entsprechend einem Befehlswert der Ausgangsseitenspannung bestimmt wird. Das Spannungswandlersteuerungsgerät stellt einen normalen Tastgradbereich ein, der Grenzwerte des Tastgrades für einen normalen Betrieb des Spannungswandlers definiert, wobei die Grenzwerte auf der Grundlage von Informationen bestimmt werden, die den Befehlswert der Ausgangsseitenspannung umfassen.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Die vorliegende Anmeldung beruht und nimmt Bezug auf die japanische Erstanmeldung Nr. 2014-174139, die am 28. August 2014 eingereicht wurde, und die japanische Erstanmeldung Nr. 2015-40196, die am 2. März 2015 eingereicht wurde.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Anmeldung

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsgerät für einen Spannungswandler.

[0003] Es sind verschiedene Typen von Steuerungsgeräten zur Steuerung eines Spannungswandlers bekannt, der zwischen einer Gleichstromleistungsquelle und einer Lastschaltung angeschlossen ist und eine Spannungsumwandlung durch einen Schaltbetrieb von Niedrigpotentialseiten- und Hochpotentialseitenschalt-elementen ausführt. Die Erfindung ist insbesondere auf ein Spannungswandlersteuerungsgerät gerichtet, das in der Lage ist, einen anormalen Betrieb des Spannungswandlers aufgrund einer Fehlfunktion eines Schalt-elementes oder eines Spannungssensors usw. zu erfassen.

[0004] Wie es beispielsweise in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. 2009-148116 (nachstehend als Referenzdokument 1 bezeichnet) beschrieben ist, wird mit einem Spannungswandler, der eine Spannungsumwandlung durch wiederholte Schaltbetriebe ausführt, ein logischer Erfassungsbereich für die Werte einer erfassten Ausgabespannung VH des Spannungswandlers berechnet. Der logische Erfassungsbereich wird auf der Grundlage eines Fehlerbereichs eines Tastgrades bzw. einer relativen Einschaltdauer (duty ratio) des Schaltens (wobei der Fehler durch eine Totzeit und eine Schaltverzögerung einer Ansteuerungsschaltung des Spannungswandlers verursacht wird) und von Erfassungsfehlerbereichen einer Eingabespannung VL und der Ausgabespannung VH berechnet. Es wird beurteilt, dass der Spannungswandler anormal arbeitet, wenn der erfasste Ausgabespannungswert VH kontinuierlich außerhalb des logischen Erfassungsbereichs bleibt, beispielsweise länger als eine vorbestimmte Dauer.

[0005] Mit der Technologie des Referenzdokuments 1 kann jedoch, da der logische Erfassungsbereich erhalten wird, indem die Fehlerbereiche von Spannungssensoren verwendet werden, und es große Variationen zwischen den Erfassungseigenschaften bzw. Erfassungskennlinien jeweiliger Spannungssensoren geben kann, der logische Erfassungsbereich übermäßig breit werden, da derartige Faktoren berücksichtigt werden müssen, wenn der logische Erfassungsbereich eingestellt wird. Somit kann es nicht möglich sein, eine Anomalie des Spannungswandlers zuverlässig zu erfassen.

KURZZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Es wird somit gewünscht, das vorstehend beschriebene Problem zu beheben, indem ein Spannungswandlersteuerungsgerät bereitgestellt wird, durch das ein anormaler Betrieb eines Spannungswandlers mit der Genauigkeit einer Erfassung erfasst werden kann, die durch Variationen der Eigenschaften bzw. Kennlinien von Spannungssensoren, die verwendet werden, um Eingabe- und Ausgabespannungen des Spannungswandlers zu erfassen, unbeeinflusst bleibt.

[0007] Das Spannungswandlersteuerungsgerät wird bei einem Spannungswandler angewendet, der zwischen einer Batterie und einem Leistungsumrichter bzw. Leistungsinverter (Gleichstrom-/Wechselstrom-Leistungsumrichter) angeschlossen ist, zur Steuerung des Spannungswandlers, um zwischen einer Eingangsseitenspannung (die Anschlussspannung der Batterie) und einer Ausgangsseitenspannung (die Anschlussspannung des Leistungsumrichters) umzuwandeln. Insbesondere ist das Spannungswandlersteuerungsgerät bei einem Spannungswandler anwendbar, der eine Drossel aufweist, die zwischen der Batterie und einem Spannungshochsetzabschnitt angeschlossen ist, wobei der Spannungshochsetzabschnitt auf Schaltelementen beruht, die ein Ein-/Aus-Schalten für ein abwechselndes Speichern und Entladen einer elektrischen Energie durch die Drossel ausführen.

[0008] Das Spannungswandlungssteuerungsgerät besteht grundsätzlich aus einem Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt zur Steuerung des Spannungswandlers und einem Anomalieerfassungsabschnitt zur Erfassung eines anormalen Betriebs des Spannungswandlers. Der Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt be-

rechnet den Tastgrad bzw. die relative Einschaltdauer (duty ratio) des Schaltens, das durch die Schaltelemente auszuführen ist, auf der Grundlage von derzeit erfassten Werten der Eingangsseitenspannung und der Ausgangsseitenspannung und eines Befehls werts der Ausgangsseitenspannung. Der Anomalieerfassungsabschnitt bestimmt einen Bereich von Tastgradwerten, der als der normale Tastgradbereich bezeichnet wird, auf der Grundlage von Informationen, die Informationen umfassen, die den Ausgangsseitenspannungswert angeben. Der Anomalieerfassungsabschnitt erfasst einen anormalen Betrieb des Spannungswandlers, wenn aufeinanderfolgend berechnete Tastgradwerte kontinuierlich außerhalb des normalen Tastgradbereichs bleiben, beispielsweise für mehr als eine vorbestimmte Anzahl von Berechnungszyklen.

[0009] Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Ausgabespannungsbefehlswert (Sollwert der Ausgangsseitenspannung) als die Information verwendet wird, die die Ausgangsseitenspannung angibt, wenn der normale Tastgradbereich bestimmt wird, anstelle einer Verwendung von erfassten Werten der Ausgangsseitenspannung. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass der normale Tastgradbereich nicht durch irgendwelche Erfassungsfehler eines Ausgabespannungssensors beeinflusst wird, sodass eine Anomalie des Spannungswandlers zuverlässig erfasst werden kann.

[0010] Eine erste Implementierung der Erfindung ist bei einem Spannungswandler anwendbar, der entweder in einer Antriebsbetriebsart (in der eine Leistung, die von der Batterie entladen wird, der Lastschaltung zugeführt wird) oder einer Regenerationsbetriebsart (in der eine Leistung, die durch die Lastschaltung erzeugt wird, zugeführt wird, um die Batterie aufzuladen) betrieben werden kann. Gemäß der ersten Implementierung erlangt der Anomalieerfassungsabschnitt zusätzlich zu dem Ausgabespannungsbefehlswert (V_{sys}^*) Werte einer maximalen zulässigen Ladungsleistung (W_{in}), einer maximalen zulässigen Entladungsleistung (W_{out}), einer EMF (elektromotorische Kraft) (V_B) bzw. eines internen Widerstandswerts R_B der Batterie, und er berechnet die Beziehung zwischen Werten des Tastgrades (Dh) und einer Batterieleistung (P_B), indem die nachstehende Gleichung angewendet wird, wobei Werte einer Entladungsleistung einer positiven Polarität zugewiesen sind und einer Entladungsleistung einer negativen Polarität zugewiesen sind:

$$P_B = -\left(\frac{V_{sys}^{*2}}{R_B}\right) \times \left(Dh - \frac{V_B}{2V_{sys}^*}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B}$$

[0011] Die vorstehend genannte Gleichung drückt eine parabelförmige Form einer Kennlinie aus, wobei Werte einer Batterieleistung sich entlang der Achse der Parabel erstrecken. Der normale Tastgradbereich D_{nr} wird als ein Bereich bestimmt, der höher ist als der Tastgradwert, der der Parabelachse entspricht, und entspricht Batterieleistungswerten, die zwischen dem maximalen zulässigen Ladungsleistungswert (W_{in}) und dem maximalen zulässigen Entladungsleistungswert (W_{out}) liegen.

[0012] Gemäß einer zweiten Implementierung der Erfindung erlangt der Anomalieerfassungsabschnitt (zusätzlich zu dem Ausgabespannungsbefehlswert) erfasste Werte der Eingangsseitenspannung des Spannungswandlers. Zusätzlich umfasst der Anomalieerfassungsabschnitt einen nicht-flüchtigen Speicher, in dem eine Vielzahl von Kennlinienabbildungen im Voraus gespeichert werden, die jeweils unterschiedlichen Ausgabespannungsbefehlswerten entsprechen. Jede Kennlinienabbildung drückt eine Beziehung aus, die zwischen Werten der Eingangsseitenspannung und einem Tastgrad vorhanden ist, wenn der entsprechende Ausgabespannungsbefehlswert angewendet wird. Der Anomalieerfassungsabschnitt wählt die Kennlinienabbildung entsprechend dem Ausgabespannungsbefehlswert, der derzeit spezifiziert ist, aus und bestimmt den normalen Tastgradbereich D_{nr} , indem der derzeit erfasste Wert der Eingangsseitenspannung bei der ausgewählten Kennlinienabbildung angewendet wird.

[0013] Der Anomalieerfassungsabschnitt kann ferner konfiguriert sein, die Werte einer zulässigen Batterieladungsleistung und einer zulässigen Batterieentladungsleistung der Batterie zu erlangen. In diesem Fall drückt jede der Kennlinienabbildungen eine Beziehung zwischen Werten der Eingangsseitenspannung, des Tastgrades und der Batterieleistung aus, wobei der normale Tastgradbereich bestimmt wird, indem der Eingangsseitenspannungswert und die Werte der zulässigen Batterieladungsleistung und der zulässigen Batterieentladungsleistung bei der ausgewählten Kennlinienabbildung angewendet werden.

[0014] Die zweite Implementierung weist den Vorteil auf, dass es nicht notwendig ist, die Werte des internen Widerstands und der EMF der Batterie zu erlangen, die schwierig zu erhalten sein können. Der Eingangsseitenspannungswert kann jedoch auf einfache Weise erlangt werden, da er für eine Verwendung bei der Steuerung des Spannungswandlers erforderlich ist.

[0015] Gemäß einer dritten Implementierung der Erfindung weist der Anomalieerfassungsabschnitt einen Speicher (ein nicht-flüchtiger Speicher) auf, in dem im Voraus eine Vielzahl von Kennlinienabbildungen entsprechend jeweiliger Ausgabespannungsbefehlswerte gespeichert wird, von denen jede eine Beziehung zwischen Werten der Eingangsseitenspannung, des Tastgrades und der Batterieleistung ausdrückt, wenn der entsprechende Ausgabespannungsbefehlswert angewendet wird. Der Anomalieerfassungsabschnitt erlangt ebenso (zusätzlich zu dem Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^*) die Werte der EMF (V_B) und des internen Widerstands (R_B) der Batterie und den minimalen möglichen Wert (V_{in_min}) und den maximalen möglichen Werte (V_{in_max}) der Eingasseitenspannung des Spannungswandlers.

[0016] In diesem Fall schätzt der Anomalieerfassungsabschnitt zuerst einen erreichbaren Eingabespannungsbereich auf der Grundlage der erlangten Informationen ab. Der Bereich wird durch die maximalen und minimalen Werte definiert, die durch die Eingangsseitenspannung (V_{in}) des Spannungswandlers bei dem derzeit existierenden Wert der Batterieleistung (d. h. der Entladungsleistung oder Ladungsleistung) erreicht werden kann. Die Schätzung beruht auf einer Beziehung zwischen Werten der Batterieleistung (P_B) und der Eingangsseitenspannung (V_{in}), die durch die nachstehende Gleichung ausgedrückt wird:

$$P_B = -\left(\frac{1}{R_B}\right) \times \left(V_{in} - \frac{V_B}{2}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B}$$

[0017] Der Anomalieerfassungsabschnitt erzeugt dann eine Kennlinienabbildung entsprechend dem Ausgabespannungsbefehlswert und wendet den erreichbaren Eingabespannungsbereich bei der ausgewählten Kennlinienabbildung an, um den normalen Tastgradbereich D_{nr} zu erhalten.

[0018] Diese Implementierung weist den Vorteil auf, dass ein normaler Tastgradbereich bestimmt werden kann, ohne dass die Werte der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und der zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} der Batterie erforderlich sind, die schwierig zu erlangen sein können. Zusätzlich weisen, da der Wert der Eingangsseitenspannung nicht erforderlich ist, irgendwelche Erfassungsfehler eines Eingabespannungssensors keine negative Wirkung auf eine Anomalieerfassung auf.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0019] Fig. 1 zeigt ein konzeptionelles Schaltungsdiagramm eines Systems, das ein Spannungswandlersteuerungsgerät gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst;

[0020] Fig. 2 zeigt ein Steuerungsblockdiagramm des Spannungswandlersteuerungsgeräts;

[0021] Fig. 3A und Fig. 3B zeigen Diagramme für eine Verwendung bei einer Beschreibung der Ableitung einer Gleichung auf der Grundlage eines Schaltungsmodells eines Spannungswandlers gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

[0022] Fig. 4A, Fig. 4B und Fig. 4C zeigen Diagramme für eine Verwendung bei einer Beschreibung eines normalen Tastgradbereichs und einer Eingangsseitenspannung-/Batterieleistungsbeziehungskennlinie gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

[0023] Fig. 5 zeigt ein Flussdiagramm einer Anomalieerfassungsverarbeitung, die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt wird;

[0024] Fig. 6 zeigt eine Kennlinienabbildung, die einen normalen Tastgradbereich und eine Eingangsseitenspannung-/Batterieleistung-/Tastgradbeziehung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel veranschaulicht;

[0025] Fig. 7 zeigt eine Kennlinienabbildung, die durch Neuordnung der Kennlinienabbildung gemäß Fig. 6 erhalten wird, wobei eine Eingangsseitenspannung-/Tastgradbeziehung gezeigt wird;

[0026] Fig. 8 zeigt ein Flussdiagramm einer Anomalieerfassungsverarbeitung, die gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ausgeführt wird;

[0027] Fig. 9 zeigt ein Diagramm für eine Verwendung bei einer Beschreibung der Abschätzung eines Bereichs einer "erreichbaren Eingangsseitenspannung" auf der Grundlage einer Eingangsseitenspannung-/Batterieleistungsbeziehungskennlinie gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel;

[0028] Fig. 10 zeigt ein Diagramm, das eine Beziehung zwischen einer Eingangsseitenspannung-/Batterieleistungskennlinie und Werten eines internen Batteriewiderstands gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel veranschaulicht;

[0029] Fig. 11 zeigt einen Graphen, der eine Beziehung zwischen Werten einer Batterietemperatur und eines internen Batteriewiderstands zeigt;

[0030] Fig. 12 zeigt ein Diagramm, das eine Art und Weise einer Einstellung eines normalen Tastgradbereichs auf der Grundlage eines Bereichs einer "erreichbaren Eingangsseitenspannung" gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel veranschaulicht; und

[0031] Fig. 13 zeigt ein Flussdiagramm, das Unterschiede zwischen einer Anomalieerfassungsverarbeitung, die gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel ausgeführt wird, und der gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel veranschaulicht.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0032] Ausführungsbeispiele eines Spannungswandlersteuerungsgeräts sind nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. Zuerst wird die Gesamtkonfiguration eines Systems beschrieben, das jedem der Ausführungsbeispiele gemein ist. Jedes Ausführungsbeispiel steuert einen Spannungswandler, der eine elektrische Leistung zu/von einem Motorgenerator zuführt/empfängt. Der Motorgenerator ist die Antriebskraftquelle eines Hybridfahrzeugs oder eines elektrischen Fahrzeugs.

[Gesamtkonfiguration des Spannungswandlers]

[0033] In Fig. 1 ist der Spannungswandler **20** zwischen einer Batterie **1** und einem Leistungsumrichter (Leistungsinverter) **7** angeschlossen. Der Leistungsumrichter **7** ist die Lastschaltung des Spannungswandlers **20** und treibt einen Motorgenerator **8** während einer Antriebsbetriebsart (d. h. wenn eine Leistung von der Batterie **1** zugeführt wird) an und empfängt Leistung von dem Motorgenerator **8** während eines Betriebs in einer Regenerationsbetriebsart. Die Anschlussspannung der Batterie **1**, wie sie durch einen Eingabespannungssensor **31** erfasst wird, wird nachstehend als die Eingangsseitenspannung V_{in} bezeichnet. Die Anschlussspannung des Leistungsumrichters **7**, wie sie durch einen Ausgabespannungssensor **32** erfasst wird, wird nachstehend als die Ausgangsseitenspannung V_{sys} bezeichnet. V_{sys} ist höher als V_{in} , d. h. der Spannungswandler **20** ist ein Spannungsaufwärtswandler bzw. ein Spannungshochsetzwandler (Step-up-Wandler).

[0034] Die Systemkonfiguration, die außerhalb des Spannungswandlers **20** liegt, ist wie nachstehend beschrieben. Die Batterie **1** ist von einem wiederaufladbaren Typ, wie beispielsweise eine Nickel-Quecksilber- oder eine Lithium-Ionen-Batterie usw.. Alternativ hierzu könnte die Batterie **1** eine Energiespeichervorrichtung eines elektrischen Doppelschichtkondensatorstyps sein.

[0035] Wie es in Fig. 1 gezeigt ist, kann die interne Schaltung der Batterie **1** als ein interner Widerstand R_B und eine EMF (elektromotorische Kraft) V_B , d. h. die Anschlussspannung der Batterie **1**, wenn der Spannungsabfall über dem internen Widerstand R_B Null ist, dargestellt werden.

[0036] Der Leistungsumrichter **7** umfasst sechs Schaltelemente, die in einer Brückenkonfiguration geschaltet sind, an die eine Systemspannung V_{sys} , die durch den Spannungswandler **20** erzeugt wird (d. h. die Ausgangsseitenspannung des Spannungswandlers **20**), angelegt wird. Ein Ein-Aus-Schaltbetrieb der Schaltelemente jeweiliger Phasen wird (durch eine Phasensteuerung und eine PWM-Steuerung) für ein Umwandeln der Gleichstromleistung, die von dem Spannungswandler **20** zugeführt wird, in eine 3-Phasen-Wechselstromleistung, die dem Motorgenerator **8** zugeführt wird, gesteuert.

[0037] Der Motorgenerator **8** kann beispielsweise ein Dauermagnettyp eines 3-Phasen-Synchronwechselstrommotors sein, der als ein Motorgenerator in einem Hybridfahrzeug oder einem elektrischen Fahrzeug verwendet wird. Der Motorgenerator **8** wird als ein Motor betrieben, der das Fahrzeug antreibt, indem ein Drehmoment erzeugt wird, das zu Straßenrädern des Fahrzeugs über ein Getriebe usw. übertragen wird, und wird als ein elektrischer Generator betrieben, der durch ein Drehmoment angetrieben wird, das von einer Brennkraftmaschine des Fahrzeugs (in dem Fall eines Hybridfahrzeugs) übertragen wird oder von den Straßenrädern des Fahrzeugs übertragen wird.

[0038] Die Fahrzeugsteuerungsschaltung **40** leitet einen Drehmomentbefehlswert, der einen Wert eines Drehmoments ausdrückt, das durch den Motorgenerator **8** erzeugt werden muss, her, wobei der Drehmomentbefehlswert auf der Grundlage von Signalen erzeugt wird, die ein Beschleunigungseinrichtungssignal, ein Bremsignal, ein Schaltsignal, ein Fahrzeuggeschwindigkeitssignal usw. von jeweiligen Sensoren (in der Zeichnung nicht gezeigt) umfassen. Zusätzlich berechnet die Fahrzeugsteuerungsschaltung **40** einen Ausgangsspannungsbefehlswert V_{sys}^* , der ein Sollwert der Ausgangsseitenspannung V_{sys} des Spannungswandlers **20** ist, und führt diesen Befehlswert dem Spannungswandlersteuerungsgerät **50** zu. Der Ausgangsspannungsbefehlswert V_{sys}^* wird auf der Grundlage des Drehmomentbefehlswerts des Motorgenerators **8** und der Drehzahl des Motorgenerators **8** usw. berechnet.

[0039] Zusätzlich erlangt die Fahrzeugsteuerungsschaltung **40** den SOC-(Ladungszustand-)Wert der Batterie **1** und berechnet jeweilige Werte einer zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und einer zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} , die einen zulässigen Bereich von Werten einer Ladungs-/Entladungsleistung der Batterie **1** definieren. Obwohl es in **Fig. 1** nicht spezifisch gezeigt ist, erlangt das Element **40x** ebenso die Werte einer Spannung V_{in} und eines Stroms I_B der Batterie für eine Verwendung bei einer Messung des Pegels einer Batterieleistung (Ladungs- oder Entladungsleistung) usw..

[0040] Gemäß den beschriebenen Ausführungsbeispielen berechnet das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** einen Tastgradbefehlswert, der den erforderlichen Wert von Ein-/Aus-Zeiten in jeder Schaltperiode eines Paares von Schaltelementen in einem Spannungshochsetzabschnitt **22** des Spannungswandlers **20** (nachstehend beschrieben) ausdrückt. Der Tastgradbefehlswert wird auf der Grundlage der Eingangsseitenspannung V_{in} , der Ausgangsseitenspannung V_{sys} und des Ausgabespannungsbefehlswerts V_{sys}^* usw. berechnet.

[0041] Es ist anzumerken, dass die Erfindung gleichsam bei einem System angewendet werden könnte, in dem der Ausgabespannungsbefehlswert durch das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** berechnet wird, anstatt dass er von der Fahrzeugsteuerungsschaltung **40** zugeführt wird.

[0042] Die Konfiguration des Spannungswandlers **20** ist wie nachstehend beschrieben. Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, umfasst dieser eine Drossel **21** und den Spannungshochsetzabschnitt **22**, der als ein Spannungsumwandlungsabschnitt fungiert. Die Drossel **21** speichert und entlädt eine elektrische Energie bei einer induzierten Spannung, die durch Variationen in einem Strom (I_B) erzeugt wird.

[0043] Der Spannungshochsetzabschnitt **22** umfasst zwei Schaltelemente **23** und **24**, die in Reihe geschaltet sind, und Dioden **25** und **26**, die jeweils parallel zu den Schaltelementen **23**, **24** angeschlossen sind. Das Hochpotentialseitenschaltelement **23** ist zwischen dem Ausgabeanschluss der Drossel **21** und einer Hochpotentialzufuhrleitung L_p des Leistungsumrichters **7** angeschlossen, während das Niedrigpotentialseitenschaltelement **24** zwischen dem Ausgabeanschluss der Drossel **21** und einer Niedrigpotentialzufuhrleitung L_g des Leistungsumrichters **7** angeschlossen ist. Die Dioden **25** und **26** sind jeweilige Rückstromdioden, die jeweils in einer Richtung angeschlossen sind, um es einem Strom zu ermöglichen, von der Niedrigpotentialseite zu der Hochpotentialseite der Schaltung zu fließen.

[0044] Die Schaltelemente **23** und **24** führen ein komplementäres Ein-/Aus-Schalten entsprechend dem Befehlswert eines Tastgrades aus, der durch das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** spezifiziert wird.

[0045] Wie er hier verwendet wird, ist der Ausdruck "Tastgrad D_h " (duty ratio) so zu verstehen, dass er das Verhältnis des "Ein"-(d.h. Leitungs-)Teils jeder Schaltperiode des Hochpotentialseitenschaltelements **23** zu der Dauer der Schaltperiode bezeichnet. Der Tastgrad D_h wird als ein Wert innerhalb des Bereichs 0 bis 1 ausgedrückt und nicht als ein Prozentsatz.

[0046] Wenn eine Totzeit ignoriert wird, wird der "Ein"-Tastgrad des Niedrigpotentialseitenschaltelements **24** als $(1 - D_h)$ erhalten.

[0047] Nachstehend wird ein Betrieb des Spannungswandlers **20**, wenn der Motorgenerator **8** elektrisch angetrieben wird (mit einer elektrischen Leistung versorgt wird, um ein Drehmoment für eine Antriebskraft zu erzeugen), als ein "Antriebsbetrieb" bezeichnet, während ein Betrieb, wenn der Motorgenerator **8** mechanisch angetrieben wird und eine elektrische Leistung erzeugt, als ein "Regenerationsbetrieb" bezeichnet wird.

[0048] Während eines Antriebsbetriebs wird, wenn das Hochpotentialseitenschaltelement **23** in dem Aus-(nichtleitenden)Zustand ist und das Niedrigpotentialseitenschaltelement **24** in dem Ein-(leitenden)Zustand ist, Energie in der Drossel **21** durch einen Strom gespeichert, der von der Batterie **1** über die Drossel **21** fließt.

Wenn das Hochpotentialseitenschaltelement **23** in dem Ein-Zustand ist und das Niedrigpotentialseitenschaltelement **24** in dem Aus-Zustand ist, wird die gespeicherte Energie von der Drossel **21** entladen, wodurch die Ausgangsseitenspannung V_{sys} , die an den Leistungsumrichter **7** angelegt wird, die Eingangsseitenspannung V_{in} wird, die durch eine induzierte Spannung der Drossel **21** erhöht wird.

[0049] Während eines Regenerationsbetriebs wird, wenn das Hochpotentialseitenschaltelement **23** in dem Ein-Zustand ist und das Niedrigpotentialseitenschaltelement **24** in dem Aus-Zustand ist, ein Strom von dem Leistungsumrichter **7** in die Batterie **1** durchgeleitet. Wenn das Hochpotentialseitenschaltelement **23** in dem Aus-Zustand ist und das Niedrigpotentialseitenschaltelement **24** in dem Ein-Zustand ist, wird diese Leistungsregeneration von dem Leistungsumrichter **7** gehalten.

[0050] Sowohl während des Antriebsbetriebs als auch während des Regenerationsbetriebs wird die Ausgangsseitenspannung des Spannungswandlers **20** auf einen erforderlichen Wert gesteuert, der durch den Wert des Tastgrades D_h bestimmt wird, der durch das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** berechnet wird.

[0051] Wie es ebenso in **Fig. 1** gezeigt ist, ist ein Filterkondensator **27** bei der Eingangsseite des Spannungswandlers **20** für ein Entfernen eines elektrischen Rauschens von der Ausgabespannung der Batterie **1** angeschlossen. Ein Glättungskondensator **28** ist ebenso bei der Ausgabeseite des Spannungswandlers **20** für eine Glättung der Ausgangsseitenspannung V_{sys} von dem Leistungsumrichter **7** angeschlossen, wobei ein Ausgabespannungssensor **32** zur Erfassung der Ausgangsseitenspannung V_{sys} bereitgestellt ist.

[0052] Die erfassten Werte der Eingangsseitenspannung V_{in} , die durch den Eingabespannungssensor **31** erhalten werden, und der Ausgangsseitenspannung V_{sys} , die durch den Glättungskondensator **28** erhalten werden, werden dem Spannungswandlersteuerungsgerät **50** eingegeben.

[Konfiguration des Spannungswandlersteuerungsgeräts]

[0053] Die Konfiguration des Spannungswandlersteuerungsgeräts **50** wird unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben. Das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** beruht auf einem Computer, wie beispielsweise einem Mikrocomputer, der eine CPU, ein ROM, einen I/O-Abschnitt usw. (in der Zeichnung nicht gezeigt) aufweist. Die die nachstehend beschriebenen Funktionen zur Steuerung des Spannungswandlers **20** und zur Erfassung eines anormalen Betriebs werden durch eine Verarbeitung ausgeführt, die durch die CPU entsprechend einem Programm ausgeführt wird, das im Voraus gespeichert worden ist (d. h. eine Softwareverarbeitung), und ebenso durch einen Betrieb einer dedizierten Hardwareschaltung.

[0054] Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, in der Basisfunktionen, die durch das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** ausgeführt werden, konzeptionell durch jeweilige Blöcke veranschaulicht sind, besteht das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** im Wesentlichen aus einem Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55**, der den Spannungswandler **20** steuert, und einem Anomalieerfassungsabschnitt **60**, der einen anormalen Betrieb des Spannungswandlers **20** erfasst.

[0055] Der Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55** ist aus einem Rückkopplungssubtrahierer **51**, einem PI-(Proportional-Integral-)Regler **52**, einem Feed-Forward-Berechnungsabschnitt bzw. einem Vorsteuerungsberechnungsabschnitt **53** und einem Tastgradsubtrahierer **54** aufgebaut. Der Rückkopplungssubtrahierer **51** berechnet eine Abweichung ΔV_{sys} zwischen dem Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* und der Ausgangsseitenspannung V_{sys} . Der PI-Regler **52** verwendet eine Proportionalintegration, um Werte eines Rückkopplungsausdrucks $duty_{fb}$ derart zu berechnen, dass die Abweichung ΔV_{sys} veranlasst wird, gegen Null zu konvergieren.

[0056] Der Feed-Forward-Berechnungsabschnitt **53** berechnet einen Feed-Forward-Ausdruck bzw. Vorsteuerungsausdruck $duty_{ff}$ auf der Grundlage des Verhältnisses der Eingangsseitenspannung V_{in} zu dem Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* .

[0057] Der Tastgradsubtrahierer **54** subtrahiert den Rückkopplungsausdruck $duty_{fb}$ von dem Feed-Forward-Ausdruck $duty_{ff}$ und gibt das Ergebnis an den Spannungshochsetzabschnitt **22** als den Wert des Tastgrades D_h aus.

[0058] Es gibt eine Möglichkeit einer Fehlfunktion eines oder mehrerer der Schaltelemente **23** oder **24** oder der Rückstromdioden **25**, **26** in dem Spannungswandler **20** oder der Spannungssensoren **31**, **32**. In dem Fall

einer derartigen Fehlfunktion kann die Steuerung, die durch den Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55** ausgeführt wird, instabil oder unmöglich werden.

[0059] Somit stellt der Anomalieerfassungsabschnitt **60** des Spannungswandlersteuerungsgeräts **50** einen Bereich von Werten des Tastgrades D_h ein, der nachstehend als der normale Tastgradbereich D_{nr} bezeichnet wird. Dies ist ein Bereich von Werten, innerhalb dessen der Tastgrad D_h bleiben sollte, solange der Spannungswandler **20** normal funktioniert. Der normale Tastgradbereich D_{nr} wird auf der Grundlage von Informationen, die die Eingangsseitenspannung des Spannungswandlers **20** betreffen, und von Informationen eingestellt, die die Ausgangsseitenspannung des Spannungswandlers **20** anzeigen, wie es nachstehend beschrieben wird. Wenn aufeinanderfolgend berechnete Werte des Tastgrades D_h kontinuierlich außerhalb des normalen Tastgradbereichs D_{nr} für mehr als eine vorbestimmte Anzahl von Berechnungszyklen bleiben, wird beurteilt, dass hier der Spannungswandler **20** anormal arbeitet.

[0060] Im Falle einer Anomalieerfassung, die beispielsweise wie in Referenzdokument 1 beschrieben ausgeführt wird, wird ein logischer Erfassungsbereich eines Ausgabespannungssensorwerts V_H (der der Ausgangsseitenspannung V_{sys} gemäß der vorliegenden Erfindung entspricht) auf der Grundlage von Fehlerbereichen eines Eingabespannungssensorwerts V_L und des Ausgabespannungssensorwerts V_H sowie auf der Grundlage eines Fehlerbereichs von Schalttastgradwerten berechnet, bei dem der Fehler durch eine Totzeit und eine Schaltverzögerung einer Ansteuerungsschaltung des Spannungswandlers verursacht wird. Wenn der Wert des Schalttastgrades kontinuierlich außerhalb des logischen Erfassungsbereichs für länger als eine vorbestimmte Dauer bleibt, wird dieser Zustand als eine Anomalie des Spannungswandlers erfasst.

[0061] Mit einer derartigen Technologie gemäß dem Stand der Technik kann es jedoch, da der logische Erfassungsbereich unter Verwendung der Fehlerbereiche von Spannungssensoren berechnet wird und da es große Variationen zwischen den Eigenschaften bzw. Kennlinien der jeweiligen Spannungssensoren geben kann, erforderlich sein, den logischen Erfassungsbereich so einzustellen, dass er übermäßig breit ist. Somit kann es möglicherweise nicht möglich sein, einen anormalen Betrieb des Spannungswandlers zuverlässig zu erfassen.

[0062] In dem Fall des Anomalieerfassungsabschnitts **60** gemäß der vorliegenden Erfindung wird jedoch anstelle einer Verwendung erfasster Werte der Ausgangsseitenspannung des Spannungswandlers **20** als eine Grundlage zur Bestimmung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} der Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* verwendet. Somit ist es nicht erforderlich, den normalen Tastgradbereich zu verbreitern, um einen möglichen Erfassungsfehlerbereich des Ausgabespannungssensors **32** oder Variationen zwischen den Erfassungseigenschaften jeweiliger Sensoren zu berücksichtigen.

[0063] Nachstehend wird die Grundart einer Einstellung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} durch erste, zweite und dritte Ausführungsbeispiele beschrieben, wobei die Beschreibung auf den Informationstypen basiert, die durch den Anomalieerfassungsabschnitt **60** zur Einstellung dieses Bereichs verwendet werden. Zuerst muss für jedes der Ausführungsbeispiele der Anomalieerfassungsabschnitt **60** den Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* und ebenso den derzeit berechneten Wert des Tastgrades D_h (für einen Vergleich mit dem normalen Tastgradbereich D_{nr}) erlangen. Diese Elemente werden in **Fig. 2** durch die durchgezogenen Pfeile angezeigt. Der Anomalieerfassungsabschnitt **60** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel muss ebenso die Werte eines internen Widerstands (R_B), einer EMF (V_B), einer Ladungskapazität (W_{in}) und einer Entladungskapazität (W_{out}) der Batterie **1** erlangen. Der Anomalieerfassungsabschnitt **60** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel muss ebenso die Eingangsseitenspannung (V_{in}) des Spannungswandlers **20** zusammen mit der Batterieladungskapazität (W_{in}) und der Batterieentladungskapazität (W_{out}) erlangen. Der Anomalieerfassungsabschnitt **60** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel muss ebenso die niedrigsten und höchsten erreichbaren Werte der Eingabespannung (V_{in}) des Spannungswandlers **20** und den Leistungswert (P_{Bn}) erlangen, die derzeit zu oder von der Batterie **1** zugeführt wird.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0064] Eine Einstellung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 3** bis **Fig. 5** beschrieben.

[0065] Unter Bezugnahme auf die Schaltung des Spannungswandlers **20** in **Fig. 1** ist die Batterie **1** in Form eines einfachen Ersatzschaltbilds als eine in Reihe geschaltete Kombination einer EMF V_B und eines internen Widerstands R_B gezeigt, durch den ein Batteriestrom I_B fließt. Wenn der Batteriestrom I_B als ein Parameter verwendet wird, kann die Batterieleistung P_B durch nachstehende Gleichung (1) ausgedrückt werden:

$$P_B = (V_B - R_B \times I_B) \times I_B \quad (1)$$

[0066] Durch eine Weiterentwicklung der Gleichung (1), wie es nachstehend gezeigt ist, kann eine Gleichung zweiter Ordnung (2) für I_B erhalten werden:

$$\begin{aligned} P_B &= (V_B - R_B \times I_B) \times I_B \\ &= -R_B \times \left(I_B^2 - \frac{I_B \times V_B}{R_B} \right) \\ &= -R_B \times \left(I_B - \frac{V_B}{2R_B} \right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B} \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

[0067] Wenn die Gleichung (2) graphisch mit Werten von I_B entlang der horizontalen Achse und P_B entlang der vertikalen Achse aufgezeichnet wird, wird eine Parabelkennlinie erhalten, wobei sich die Achse der Parabel vertikal erstreckt, wie es in **Fig. 3A** gezeigt ist. Der Wert des Stroms I_B , der der Achse der Parabel entspricht, wird durch nachstehende Gleichung (3.1) ausgedrückt, wobei die Koordinaten des Scheitelpunkts M der Parabel durch nachstehende Gleichung (3.2) ausgedrückt werden.

$$I_B = \frac{V_B}{2R_B} \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

$$M \left(\frac{V_B}{2R_B}, \frac{V_B^2}{4R_B} \right) \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

[0068] Für Werte des Batteriestroms I_B , die den Wert überschreiten, der der Achse der Parabel entspricht, werden die Koordinaten eines Nulldurchgangspunkts Z durch nachstehende Gleichung (4) ausgedrückt.

$$Z \left(\frac{V_B}{R_B}, 0 \right) \quad \dots\dots\dots(4)$$

[0069] Eine Gleichung, die Werte der Batterieleistung P_B mit einem Tastgrad Dh als einen Parameter ausdrückt, wird wie nachstehend beschrieben hergeleitet. Zuerst kann, wenn V_0 als der Durchschnittswert der Spannung bei der Zusammenführung zwischen dem Hochpotentialseitenschaltelement **23** und dem Niedrigpotentialseitenschaltelement **24** (nachstehend als die Medianspannung V_{pwm} bezeichnet) bestimmt wird, der Batteriestrom I_B unter Verwendung von V_0 durch nachstehende Gleichung (5) ausgedrückt werden.

$$I_B = \frac{V_B - V_0}{R_B} \quad \dots\dots\dots(5)$$

[0070] Indem Gleichung (5) in Gleichung (1) eingesetzt wird, wird die nachstehende Gleichung (6) erhalten.

$$\begin{aligned} P_B &= (V_B - R_B \times I_B) \times I_B \\ &= (V_B - (V_B - V_0)) \times \frac{V_B - V_0}{R_B} \\ &= -\left(\frac{1}{R_B} \right) \times (V_0^2 - V_B \times V_0) \\ &= -\left(\frac{1}{R_B} \right) \times \left(V_0 - \frac{V_B}{2} \right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B} \quad \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

[0071] Des Weiteren kann, wie es in **Fig. 3B** gezeigt ist, der Durchschnittswert V_0 der Medianspannung V_{pwm} unter Verwendung des Tastgrades Dh und der Ausgangsseitenspannung V_{sys} als $\{V_0 = Dh \times V_{sys}\}$ ausgedrückt werden. Indem dieser in Gleichung (6) eingesetzt wird, wird die nachstehende Gleichung (7) erhalten.

$$P_B = -\left(\frac{V_{sys}^2}{R_B}\right) \times \left(Dh - \frac{V_B}{2V_{sys}}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B} \dots\dots\dots(7)$$

[0072] Wie es in den **Fig. 4A**, **Fig. 4B** und **Fig. 4C** gezeigt ist, wird, wenn die Gleichung (7) graphisch mit Werten eines Tastgrades Dh entlang der horizontalen Achse und einer Batterieleistung P_B entlang der vertikalen Achse aufgezeichnet wird, eine Parabelkennlinie erhalten, wobei sich die Parabelachse vertikal erstreckt. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird anstelle einer Verwendung der Ausgangsseitenspannung V_{sys} , die durch den Ausgabespannungssensor **32** erfasst wird, der Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* als Ausgangsseitenspannungsinformationen verwendet. Somit kann Gleichung (7) als die nachstehende Gleichung (8) unter Verwendung von V_{sys}^* anstelle von V_{sys} umgeschrieben werden.

$$P_B = -\left(\frac{V_{sys}^{*2}}{R_B}\right) \times \left(Dh - \frac{V_B}{2V_{sys}^*}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B} \dots\dots\dots(8)$$

[0073] Der Wert des Tastgrades Dh , der der Achse der Parabel entspricht, die durch Gleichung (8) ausgedrückt wird, wird aus nachstehender Gleichung (9.1) erhalten, während die Koordinaten des Scheitelpunkts der Parabel aus nachstehender Gleichung (9.2) erhalten werden.

$$Dh = \frac{V_B}{2V_{sys}^*} \dots\dots\dots(9.1)$$

$$M\left(\frac{V_B}{2V_{sys}^*}, \frac{V_B^2}{4R_B}\right) \dots\dots\dots(9.2)$$

[0074] Als Nächstes wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** die Art und Weise einer Einstellung des niedrigsten Werts "min" und des höchsten Werts "max" des normalen Tastgradbereichs D_{nr} auf der Grundlage der Batterieleistungseigenschaft bzw. Batterieleistungskennlinie beschrieben. Die **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** zeigen Beispiele jeweiliger unterschiedlicher Beziehungsmuster zwischen der Batterieleistung P_B und dem Tastgrad Dh (d. h. die von jeweils unterschiedlichen Kombinationen von Werten von V_{sys}^* , R_B und V_B resultieren), wie sie unter Verwendung von Gleichung (8) erhalten werden.

[0075] In jeder der **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** ist der normale Tastgradbereich D_{nr} zwischen einem niedrigsten Wert "min" und einem höchsten Wert "max" definiert. Der Punkt, der den Tastgradwert ausdrückt, bei dem die Batterieleistung P_B Null ist (für Tastgradwerte, die höher als die der Achse der Parabel sind), wird als der Nulldurchgangspunkt Z bezeichnet. Ebenso wird in jeder der **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** der Schnittpunkt zwischen der Win-Achse und dem rechten Teil der Parabel als der "Regenerationsbetriebgrenzpunkt R " bezeichnet. In **Fig. 4B** wird der Schnittpunkt zwischen der Wout-Achse und dem rechten Teil der Parabel als der "Antriebsbetriebgrenzpunkt P " bezeichnet.

[0076] Mit dem Muster gemäß **Fig. 4A** ist der Wert der Batterieleistung P_B bei dem Scheitelpunkt M der Parabel kleiner als die zulässige Batterieentladungsleistung W_{out} , wobei der Wert des Tastgrades Dh , der dem Regenerationsbetriebgrenzpunkt R entspricht, kleiner als 1 ist.

[0077] In diesem Fall ist der niedrigste Wert "min" des normalen Tastgradbereichs D_{nr} der Wert des Tastgrades Dh , der dem Scheitelpunkt M entspricht (d. h. der der Achse der Parabel entspricht), während der höchste Wert "max" des Bereichs D_{nr} der Wert des Tastgrades Dh ist, der dem Regenerationsbetriebgrenzpunkt R entspricht.

[0078] In **Fig. 4A** entspricht eine erste Region des normalen Tastgradbereichs Dnr, in der die Werte des Tastgrades Dh den Wert bei dem Nulldurchgangspunkt Z nicht überschreiten, einem Antriebsbetrieb. Eine zweite Region des Bereichs Dnr, deren Werte den Nulldurchgangspunkt Z überschreiten, entspricht einem Regenerationsbetrieb.

[0079] Mit dem Muster gemäß **Fig. 4B** ist der Wert der Batterieleistung P_B bei dem Scheitelpunkt M der Parabel größer als die zulässige Batterieentladungsleistung Wout. Wie in dem Beispiel gemäß **Fig. 4A** ist der Wert des Tastgrades Dh, der dem Regenerationsbetriebgrenzpunkt R entspricht, kleiner als 1. Der Wert des Tastgrades Dh, der dem Antriebsbetriebgrenzpunkt P entspricht, befindet sich zwischen denen des Scheitelpunkts M bzw. des Regenerationsbetriebsgrenzpunkts R.

[0080] In diesem Fall ist der niedrigste Wert "min" des normalen Tastgradbereichs Dnr der Tastgradwert des Antriebsbetriebgrenzpunkts P, während der höchste Wert "max" der Tastgradwert des Regenerationsbetriebgrenzpunkts R ist.

[0081] Mit dem Muster gemäß **Fig. 4C** ist der Wert der Batterieleistung (P_B) bei dem Scheitelpunkt M der Parabel kleiner als die zulässige Batterieentladungsleistung Wout, wie bei dem Muster gemäß **Fig. 4A**, wobei der Wert des Tastgrades Dh, der dem Regenerationsbetriebgrenzpunkt R entspricht, größer als der maximale Wert (1,0) ist.

[0082] In diesem Fall ist der niedrigste Wert "min" des normalen Tastgradbereichs Dnr der des Scheitelpunkts M, während der höchste Wert "max" logisch 1,0 wird. Es ist ersichtlich, dass anstelle einer Einstellung der Grenzwerte "min" und "max" durch eine Erzeugung und Anwendung einer Parabelkennlinienabbildung, wie es vorstehend beschrieben ist, es gleichsam möglich wäre, diese Grenzwerte durch eine direkte Berechnung zu bestimmen, d. h. indem die Werte des Tastgrades Dh bei den Punkten M und R (und dem Punkt P, wenn anwendbar) erhalten werden, indem die Gleichung (9.2) verwendet wird und indem die erlangten Werte von Wout, Win in der Gleichung (8) angewendet werden.

[0083] Die Gesamtsequenz einer Anomalieerfassungsverarbeitung, die durch den Anomalieerfassungsabschnitt **60** gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt wird, wird unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm gemäß **Fig. 5** beschrieben. In **Fig. 5** sind Schritte S1-2A und S2A für das erste Ausführungsbeispiel spezifisch. Jeder der verbleibenden Schritte ist den ersten und zweiten Ausführungsbeispielen gemein. Die Verarbeitungsroutine gemäß **Fig. 5** wird wiederholt beispielsweise bei jeder von aufeinanderfolgenden Steuerungsperioden ausgeführt.

[0084] In Schritten S1-1, S1-2A und S1-3 erlangt der Anomalieerfassungsabschnitt **60** verschiedene Informationselemente, die in der Anomalieerfassungsverarbeitung verwendet werden. Die Abfolge einer Ausführung dieser Schritte ist nicht auf irgendeine spezifische Reihenfolge begrenzt.

[0085] In Schritt S1-1 wird der Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* erlangt. In Schritt S1-2A werden die Werte der Batterie-EMF (V_B) und des internen Batteriewiderstands (R_B) erlangt. (Es wäre alternativ möglich, Werte der Batterie-EMF und des internen Batteriewiderstands zu verwenden, die im Voraus gespeichert worden sind, d. h. vorbestimmte fixierte Werte.) In Schritt S1-3 werden die Werte der zulässigen Batterieladungsleistung Win und der zulässigen Batterieentladungsleistung Wout von der Fahrzeugsteuerungsschaltung **40** erlangt.

[0086] In Schritt S2A werden Daten, die eine Parabelkennlinie ausdrücken, unter Verwendung von Gleichung (8) auf der Grundlage der erlangten Informationen erzeugt. In Schritt S3 werden die Werte des niedrigsten Werts "min" und des höchsten Werts "max" des normalen Tastgradbereichs Dnr unter Bezugnahme auf die Parabelabbildung eingestellt, wie es für die Beispiele gemäß den **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** beschrieben ist.

[0087] Wie es jedoch vorstehend beschrieben ist, ist es anstelle einer Erzeugung und Verwendung einer Parabelkennlinienabbildung möglich, die Grenzwerte des normalen Tastgradbereichs Dnr durch eine direkte Berechnung unter Verwendung der Gleichungen (8) und (9.2) und der erlangten Werte von Wout und Win zu erhalten.

[0088] In Schritt S4 erlangt der Anomalieerfassungsabschnitt **60** den Wert des Tastgrades Dh, der derzeit durch den Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55** berechnet wird. Wenn dieser Wert innerhalb des normalen Tastgradbereichs Dnr liegt (JA-Entscheidung), wird beurteilt, dass der Spannungswandler **20** normal arbeitet (S6), wobei dann ein Anomaliezähler gelöscht wird (Schritt S7). Diese Ausführung der Verarbeitungsroutine wird dann beendet.

[0089] Wenn der Wert des Tastgrades D_h außerhalb des normalen Tastgradbereichs D_{nr} liegt, wird der Anomaliezähler inkrementiert bzw. erhöht (Schritt S8). Der Zählwert, der durch den Anomaliezähler erhalten wird, wird dann bewertet (Schritt S9). Wenn der Zählwert einen vorbestimmten Wert überschreitet (JA-Entscheidung in Schritt S9), wird beurteilt, dass es eine Anomalie in dem Spannungswandler **20** gibt (Schritt S10), wobei diese Ausführung der Verarbeitungsroutine anschließend beendet wird.

[0090] Auf diese Weise wird eine Entscheidung getroffen, dass es eine Anomalie des Spannungswandlers **20** nur gibt, wenn der Zählwert, der durch den Anomaliezähler erreicht wird, einen vorbestimmten Wert erreicht, der anzeigt, dass der Tastgrad D_h kontinuierlich außerhalb des normalen Tastgradbereichs D_{nr} für mehr als die vorbestimmte Anzahl von Verarbeitungszyklen geblieben ist. Dies dient dazu, Beurteilungsfehler zu verhindern, die durch Effekte eines elektrischen Rauschens oder durch momentane Verarbeitungsfehler verursacht werden.

[0091] Es wäre jedoch alternativ möglich, die Möglichkeit derartiger Beurteilungsfehler zu ignorieren und unmittelbar zu beurteilen, dass es eine Anomalie des Spannungswandlers **20** gibt, wenn eine NEIN-Entscheidung in einer Ausführung von Schritt S5 erreicht wird (d. h. die Schritte S7 bis S9 gemäß **Fig. 5** werden weggelassen).

[0092] Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, wie es vorstehend beschrieben ist, stellt der Anomalieerfassungsabschnitt **60** des Spannungswandlersteuergeräts **50** den normalen Tastgradbereich auf der Grundlage einer Parabel ein, die durch Gleichung (8) ausgedrückt wird und von der Schaltung des Spannungswandlers **20** und den Werten der EMF und des internen Widerstands der Batterie **1** hergeleitet wird. Wenn die Werte des Tastgrades D_h , die aufeinanderfolgend von dem Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55** ausgegeben werden, kontinuierlich außerhalb des normalen Tastgradbereichs D_{nr} für länger als eine vorbestimmte Dauer (eine vorbestimmte Anzahl von Ausführungen der Beurteilungsverarbeitungsroutine) bleiben, wird beurteilt, dass es eine Anomalie des Spannungswandlers **20** gibt.

[0093] In der Gleichung (8) wird anstelle einer Verwendung der Ausgangsseitenspannung V_{sys} , die durch den Ausgabespannungssensor **32** erfasst wird, der Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* als die Ausgangsseitenspannungsinformationen (d. h. die Informationen, die die Ausgabespannung des Spannungswandlers **20** anzeigen) verwendet. Somit wird die Anomaliebeurteilung nicht durch Fehler in den Werten, die durch den Ausgabespannungssensor **32** erfasst werden, oder durch Variationen in den Eigenschaften bzw. Kennlinien des Ausgabespannungssensors **32** beeinflusst, sodass eine Anomalie des Spannungswandlers **20** zuverlässig erfasst werden kann.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0094] Die Art und Weise einer Einstellung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 6** bis **Fig. 8** beschrieben.

[0095] Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel wird der normale Tastgradbereich D_{nr} auf der Grundlage einer Parabelkennlinie bzw. Parabeleigenschaft eingestellt, die die Beziehung zwischen dem Tastgrad D_h und der Batterieleistung (P_B) ausdrückt. Die Batterie-EMF (V_B), die in Gleichung (8) verwendet wird, um die Parabel zu berechnen, ist jedoch der Wert, der erhalten wird, wenn der Spannungsabfall über dem internen Batteriewiderstand R_B idealerweise Null ist. In der Praxis ist es schwierig, die tatsächlichen (derzeitigen) Werte der Batterie-EMF und des internen Batteriewiderstands zu erhalten. Somit ist es bei einem Gerät in der Praxis im Allgemeinen erforderlich, Werte für V_B und R_B auf der Grundlage einiger angenommener Bedingungen zu schätzen.

[0096] Aus diesem Grund ist es wünschenswert für das Spannungswandlersteuerungsgerät **50**, eine Anomalieerfassung auf der Grundlage von Informationen auszuführen, die normalerweise verfügbar sind, ohne dass Informationen erforderlich sind, die die Batterie-EMF und den internen Widerstand betreffen.

[0097] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** wird die Eingangsseitenspannung V_{in} des Spannungswandlers **20** durch nachstehende Gleichung (10) ausgedrückt.

$$V_{in} = V_B - R_B \times I_B \quad (10)$$

[0098] Während eines Antriebsbetriebs des Spannungswandlers **20** ist $V_{in} < V_B$, da der Batteriestrom $I_B > 0$ ist, wohingegen während eines Regenerationsbetriebs $V_{in} > V_B$ ist, da $I_B < 0$ ist.

[0099] Gleichung (10) besagt, dass der Eingangsseitenspannungswert V_{in} Informationen über die Batterie-EMF (V_B) und den internen Widerstand (R_B) beinhaltet. Somit kann der Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55** den erfassten Wert der Eingangsseitenspannung V_{in} (der notwendigerweise zur Berechnung des Forward-Feedback-Ausdrucks $duty_ff$ erforderlich ist) anstelle der Batterie-EMF- und der internen Widerstandswerte verwenden.

[0100] Aus Ergebnissen, die durch tatsächliche Messungen und durch Computersimulationen erhalten werden, für einen spezifischen Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* (der als $X[V]$ angezeigt ist), wird die in **Fig. 6** gezeigte Kennlinienabbildung erhalten. Dies betrifft jeweilige Werte der Eingangsseitenspannung V_{in} , der Batterieleistung (P_B) und des Tastgrades Dh . Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird eine Vielzahl derartiger Kennlinienabbildungen verwendet, die jeweils unterschiedlichen Ausgabespannungsbefehlswerten entsprechen.

[0101] In **Fig. 6** nehmen die Werte der Eingangsseitenspannung V_{in} , die als $V_{in}(1)$, $V_{in}(2)$, $V_{in}(3)$, $V_{in}(4)$ bezeichnet sind, von $V_{in}(1)$ als der niedrigste Wert zu. Je höher der Wert von V_{in} ist, desto höher wird der entsprechende Tastgrad Dh . Für jeden spezifischen Wert von V_{in} ist/sind während eines Antriebsbetriebs ($P_B > 0$) der entsprechende Wert/die entsprechenden Werte des Tastgrades Dh kleiner als während eines Regenerationsbetriebs ($P_B < 0$). Des Weiteren ist während sowohl eines Antriebsbetriebs als auch eines Regenerationsbetriebs für jeden spezifischen Wert von V_{in} die Variationsgröße der entsprechenden Werte des Tastgrades Dh in Bezug auf eine Variation der Batterieleistung P_B klein (sodass die jeweiligen Kennliniensegmente, die $V_{in}(1)$ – $V_{in}(4)$ in **Fig. 6** entsprechen, im Wesentlichen vertikal sind).

[0102] Somit werden gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Grenzen des normalen Tastgradbereichs D_{nr} wie nachstehend beschrieben eingestellt. Wenn beispielsweise der Eingabespannungswert $V_{in}(1)$ ist, wird der Antriebsgrenzpunkt P (der Schnittpunkt zwischen der Kennlinie für $V_{in}(1)$ und der zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} während eines Antriebsbetriebs) als der niedrigste Wert (min) des normalen Tastgradbereichs D_{nr} eingestellt, während der Regenerationsgrenzpunkt R (der Schnittpunkt zwischen der Kennlinie für $V_{in}(1)$ und der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} während eines Regenerationsbetriebs) als der höchste Wert (max) des Bereichs D_{nr} eingestellt wird. Der normale Tastgradbereich D_{nr} wird hierdurch (in Bezug auf einen spezifischen Wert $X[V]$ von V_{sys}^*) bestimmt, wenn der Eingabespannungswert $V_{in}(1)$ ist.

[0103] Somit kann gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der normale Tastgradbereich D_{nr} eingestellt werden, ohne eine Parabelkennlinie zu verwenden, wie sie gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet wird. Der Anomalieerfassungsabschnitt **60** gemäß diesem Ausführungsbeispiel umfasst einen nichtflüchtigen Speicher (in der Zeichnung nicht gezeigt), in dem eine Vielzahl von Kennlinienabbildungen der Form, die in **Fig. 6** gezeigt ist, entsprechend jeweiliger unterschiedlicher Werte des Ausgabespannungsbefehlswerts V_{sys}^* im Voraus gespeichert wird. Indem die derzeit erlangten Werte von V_{in} , W_{out} und W_{in} bei einer derartigen Kennlinienabbildung angewendet werden, die entsprechend dem derzeitigen Wert von V_{sys}^* ausgewählt wird, wird der entsprechende normale Tastgradbereich D_{nr} erhalten.

[0104] Wenn der Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* zunimmt, verschieben sich dementsprechend die P_B - V_{in} -Kennliniensegmente, die in **Fig. 6** gezeigt sind, in ihrer Gesamtheit in eine Richtung einer Abnahme der entsprechenden Werte des Tastgrades Dh .

[0105] Die Beziehung zwischen Werten der Eingangsseitenspannung V_{in} und des Tastgrades Dh kann in der Form der in **Fig. 7** gezeigten Kennlinienabbildung (die wie **Fig. 6** einem spezifischen Wert von V_{sys}^* entspricht) neu angeordnet werden. Wie es gezeigt ist, gilt, dass je kleiner die zulässige Batterieladungsleistung W_{in} ist und je größer die zulässige Batterieentladungsleistung W_{out} ist, desto breiter wird der normale Tastgradbereich D_{nr} . Da jedoch die Änderungsgröße von D_{nr} klein ist, haben Variationen in W_{in} oder W_{out} keine große Wirkung.

[0106] Somit wäre es, um einen ungefähren normalen Tastgradbereich D_{nr} zu erhalten, möglich, vorbestimmte fixierte Werte für W_{out} und W_{in} zu verwenden. In diesem Fall sind die einzigen Informationselemente, die erlangt werden müssen, der Befehlswert V_{sys}^* (zur Auswahl der geeigneten Kennlinienabbildung) und der erfasste Wert von V_{in} .

[0107] Eine Anomalieerfassungsverarbeitung, die durch das zweite Ausführungsbeispiel ausgeführt wird, wird unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm gemäß **Fig. 8** beschrieben. Nur Punkte, die von der Verarbeitung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel unterschiedlich sind, werden beschrieben. Spezifisch werden Schritte S1-2A und S2A des Flussdiagramms gemäß **Fig. 5** für das erste Ausführungsbeispiel durch Schritte S1-2B

bzw. S2B in dem Flussdiagramm gemäß **Fig. 8** für das zweite Ausführungsbeispiel ersetzt. In anderer Hinsicht ist die Verarbeitung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ähnlich zu der gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0108] In Schritt S1-2B wird der Wert der Eingangsseitenspannung V_{in} , die dem Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt **55** eingegeben wird, erlangt. In Schritt S2B wird eine aus einer Vielzahl von P_B - V_{in} - D_h -Kennlinienabbildungen (die im Voraus erzeugt und gespeichert werden, wie es vorstehend beschrieben ist), von denen jede die in **Fig. 6** gezeigte Form aufweist, entsprechend dem Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* (der in der vorangegangenen Ausführung von Schritt S1-1 erlangt wird) ausgewählt. Der normale Tastgradbereich D_{nr} wird dann eingestellt, indem die Werte der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und der zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} (die in der vorangegangenen Ausführung von Schritt S1-3 erlangt werden) und der derzeit erfasste Wert der Eingangsseitenspannung V_{in} bei der ausgewählten Kennlinienabbildung angewendet werden. Wenn der Wert von V_{in} $V_{in}(1)$ ist, der in **Fig. 6** gezeigt ist, werden beispielsweise die Werte des Tastgrades D_h erhalten, die den Schnittpunkten P, R, entsprechen. Diese bilden die oberen und unteren Grenzwerte des normalen Tastgradbereichs D_{nr} .

[0109] Wie es vorstehend beschrieben ist, wäre es möglich, ein Erlangen der tatsächlichen Werte von W_{in} und W_{out} wegzulassen, wenn eine Näherungsbestimmung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} ausreichend ist. In der Praxis ist es schwierig, die Werte des internen Batteriewiderstands R_B und der Batterie-EMF V_B zu erhalten, die sie für eine Einstellung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} in dem Fall gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erforderlich sind. Mit dem zweiten Ausführungsbeispiel wird jedoch der derzeit erfasste Wert der Eingangsseitenspannung V_{in} anstelle der Werte von R_B und V_B verwendet. Es ist erforderlich, die Eingangsseitenspannung V_{in} in jedem Fall (für den üblichen Zweck einer Steuerung des Betriebs des Spannungswandlers **20**) zu erfassen. Somit ist das Spannungswandlersteuerungsgerät **50** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel praktischer als das gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel, während ähnliche Wirkungen wie die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel bereitgestellt werden.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0110] Die Art und Weise einer Einstellung des normalen Tastgradbereichs D_{nr} gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird unter Bezugnahme auf die **Fig. 9** bis **Fig. 13** beschrieben.

[0111] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel, das vorstehend beschrieben ist (um den normalen Tastgradbereich D_{nr} genau zu bestimmen), ist es erforderlich, die Eingangsseitenspannung V_{in} zusammen mit den Werten der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und der zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} zu erlangen.

[0112] Es ist jedoch erforderlich, die Möglichkeit eines Sensorfehlers (des Eingabespannungssensors) zu berücksichtigen, da sie zu einer nicht korrekten Beurteilung führen kann, dass der Tastgrad fehlerhaft ist. Des Weiteren kann es für den Hersteller des Spannungswandlersteuerungsgeräts **50** schwierig sein, die Werte der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und der zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} für den spezifischen Batterietyp, der verwendet wird, zu erhalten.

[0113] Aus diesen Gründen ermöglicht es das dritte Ausführungsbeispiel, den normalen Tastgradbereich D_{nr} zu bestimmen, ohne dass Informationen die Eingangsseitenspannung V_{in} oder W_{in} und W_{out} betreffend erforderlich sind.

[0114] Die einzigen Informationen, die durch den Anomalieerfassungsabschnitt **60** gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel erforderlich sind (d. h. die bei jeder Ausführung einer Anomalieerfassungsverarbeitungsroutine zusätzlich zu dem Tastgrad D_h und dem Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* aktualisiert werden müssen) sind der Wert der Leistung (P_{Bn}), die derzeit zu/von der Batterie **1** zugeführt wird, und der höchste Wert V_{max} und der niedrigste Wert V_{min} , die für die Eingangsseitenspannung V_{in} des Spannungswandlers **20** erwartet werden können, wenn die Batterie-(Ladungs-/Entladungs-)Leistung Null ist, d. h. die höchsten und niedrigsten Werte, die für die Batterie-EMF (V_B) erwartet werden können.

[0115] Diese Grenzwerte von V_{in} werden in Verbindung mit dem derzeitigen Wert der Batterieleistung (P_{Bn}) verwendet, um einen Bereich möglicher Werte zu berechnen, die durch die Eingangsseitenspannung V_{in} erreicht werden können. Dieser Spannungsbereich wird nachstehend als der "erreichbare V_{in} -Bereich" (entsprechend einem spezifischen Wert der Batterieleistung) bezeichnet. Er wird auf der Grundlage einer vorbestimmten Beziehung zwischen Werten der Batterieleistung P_B und der Eingangsseitenspannung V_{in} (die graphisch

in der nachstehend beschriebenen **Fig. 9** gezeigt ist) hergeleitet. Der erreichbare V_{in} -Bereich wird dann bei einer in **Fig. 12** gezeigten Kennlinienabbildung (von der Form gemäß **Fig. 7** des zweiten Ausführungsbeispiels, die Werte von V_{in} und des Tastgrades D_h für einen spezifischen Ausgabespannungsbefehlswert V_{sys}^* betrifft) angewendet, um den normalen Tastgradbereich D_{nr} zu erhalten.

[0116] Die Beziehung zwischen Werten der Batterieleistung P_B und der Eingangsseitenspannung V_{in} wird wie nachstehend beschrieben hergeleitet. Zuerst kann durch ein Modifizieren der vorstehenden Gleichung (10) die nachstehende Gleichung (11) erhalten werden.

$$I_B = \frac{V_B - V_{in}}{R_B} \quad \dots\dots\dots(11)$$

[0117] Gleichung (11) ist von der Form der vorstehenden Gleichung (5), wobei aber V_0 durch V_{in} ersetzt ist. Somit kann durch ein Ersetzen von V_0 durch V_{in} in Gleichung (6) die nachstehende Gleichung (12) erhalten werden.

$$P_B = -\left(\frac{1}{R_B}\right) \times \left(V_{in} - \frac{V_B}{2}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B} \quad \dots\dots\dots(12)$$

[0118] Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, ist, wenn sie mit einem Wert von V_{in} entlang der horizontalen Achse und von (P_B) entlang der vertikalen Achse aufgezeichnet wird, die durch Gleichung (12) ausgedrückte Kennlinie eine nach oben ragende Parabel. Spezifisch werden zwei Parabeln S_α , S_β (V_{in} - P_B -Kennlinien) erhalten, die jeweils einem Antriebsbetrieb ($P_B > 0$) und einem Regenerationsbetrieb ($P_B < 0$) entsprechen.

[0119] Die Koordinaten der Scheitelpunkte der Kennlinien S_α , S_β werden durch nachstehende Gleichung (13) ausgedrückt, wobei (V_B) den Wert V_{in_max} in dem Fall der Kennlinie S_α und V_{in_min} in dem Fall der Kennlinie S_β annimmt.

$$M\left(\frac{V_B}{2}, \frac{V_B^2}{4R_B}\right) \quad \dots\dots\dots(13)$$

[0120] Die minimalen und maximalen Werte (V_{in_min} und V_{in_max}) der Batterie-EMF V_B sind bekannte Werte, wie sie beispielsweise durch den Batteriehersteller garantiert werden. Somit ist V_{in} innerhalb eines bekannten Bereichs (V_{in_min} bis V_{in_max}), wenn die Ladungs-/Entladungsleistung der Batterie Null ist.

[0121] Wie es in **Fig. 9** gezeigt ist, liegt bei der Ladungsgrenze V_{in_max} auf der S_α -Kennlinie, während bei der Entladungslinie V_{in_min} auf der S_β -Kennlinie liegt.

[0122] Die Koordinaten des Scheitelpunkts M_α der S_α -Kennlinie kann durch nachstehende Gleichung (14.1) ausgedrückt werden, die erhalten wird, indem V_{in_max} als V_B in Gleichung (13) eingesetzt wird. Auf ähnliche Weise können die Koordinaten des Scheitelpunkts M_β der S_β -Kennlinie durch nachstehende Gleichung (14.2) ausgedrückt werden, die erhalten wird, indem V_{in_min} als V_B in Gleichung (13) eingesetzt wird.

$$M_\alpha\left(\frac{V_{in_max}}{2}, \frac{V_{in_max}^2}{4R_B}\right) \quad \dots\dots\dots(14.1)$$

$$M_\beta\left(\frac{V_{in_min}}{2}, \frac{V_{in_min}^2}{4R_B}\right) \quad \dots\dots\dots(14.2)$$

[0123] Der querschraffierte Bereich in **Fig. 9** definiert die Grenzen der erreichbaren V_{in} -Bereiche, die jeweiligen Werten der Batterieleistung P_B (wie vorstehend definiert) entsprechen. Spezifisch ist für den Fall eines Antriebsbetriebs ($P_B > 0$) jeder Wert einer Eingangsseitenspannung $V_{in\alpha}$ des querschraffierten Bereichs der S_α -Kennlinie der obere Grenzwert der Eingangsseitenspannung V_{in} bei einem spezifischen Wert der Batterieentladungsleistung. Auf ähnliche Weise ist für den Fall eines Regenerationsbetriebs ($P_B < 0$) jeder Wert der

Eingangsseitenspannung V_{in} des querschraffierten Bereichs der S β -Kennlinie der untere Grenzwert von V_{in} bei einem spezifischen Wert der Batterieladungsleistung.

[0124] Der Wert der Batterieleistung (P_B) bei der jetzigen Zeit während eines Antriebsbetriebs wird als P_{Bn_pw} in **Fig. 9** bezeichnet. Wenn der Schnittpunkt zwischen P_{Bn_pw} und der S α -Kennlinie in dem schraffierten Bereich als $V_{in\alpha_UL}$ bezeichnet wird, wird geschätzt, dass der erreichbare V_{in} -Bereich während eines Antriebsbetriebs von V_{in_min} bis $V_{in\alpha_UL}$ reicht.

[0125] Der derzeitige Wert der Batterieleistung P_B während eines Regenerationsbetriebs wird als P_{Bn_rg} bezeichnet. Wenn der Schnittpunkt zwischen P_{Bn_rg} und der S β -Kennlinie in dem schraffierten Bereich als $V_{in\beta_LL}$ bezeichnet wird, wird geschätzt, dass der erreichbare V_{in} -Bereich (bei dem Wert der Batterieleistung P_{Bn}) während eines Regenerationsbetriebs von $V_{in\beta_LL}$ bis V_{in_max} reicht.

[0126] Wie es durch Gleichungen (14.1), (14.2) gezeigt ist, hängen die Werte der Batterieleistung, die jeweils den Scheitelpunkten der S α - V_{in} - P_B -Kennlinie und der S β - V_{in} - P_B -Kennlinie entsprechen, von dem internen Batteriewiderstand R_B ab. In der Praxis kann es jedoch, wie es für das zweite Ausführungsbeispiel beschrieben ist, schwierig sein, den Wert von R_B zu erhalten. Somit sind einige Verfahren zum Schätzen dieses Werts erforderlich.

[0127] V_{in} - P_B -Kennlinien, die unter Verwendung von zwei Werten des internen Batteriewiderstands R_{B1} und R_{B2} ($R_{B1} < R_{B2}$) definiert werden, sind in **Fig. 10** gezeigt. Die Kennlinien werden als S $\alpha1$ und S $\alpha2$ in dem Fall eines Antriebsbetriebs bezeichnet, die jeweils Scheitelpunkte M $\alpha1$, M $\alpha2$ aufweisen, und als S $\beta1$, S $\beta2$ in dem Fall eines Regenerationsbetriebs bezeichnet, die jeweils Scheitelpunkte M $\beta1$, M $\beta2$ aufweisen.

[0128] Die Werte der Batterieleistung (P_B), die den Scheitelpunkten M α , M β entsprechen, sind umgekehrt proportional zu den entsprechenden Werten des internen Batteriewiderstands R_B . Somit ist, wie es in **Fig. 10** gezeigt ist, die (P_B)-Koordinate des Scheitelpunkts M $\alpha1$ größer als die von M $\alpha2$, sodass die Parabelkennlinie S $\alpha1$ in einem größeren Ausmaß nach oben herausragt als die S $\alpha2$ -Kennlinie. Auf ähnliche Weise ist die (P_B)-Koordinate des Scheitelpunkts M $\beta1$ größer als die von M $\beta2$, sodass die Parabelkennlinie S $\beta1$ in einem größeren Umfang nach oben herausragt als die S $\beta2$ -Kennlinie.

[0129] Somit gilt in Bezug auf den Antriebsbetrieb, dass je größer der interne Batteriewiderstand R_B ist, desto größer wird $V_{in\alpha_UL}$ (Wert von V_{in} bei dem Schnittpunkt zwischen der P_{Bn_pw} -Koordinate und der P_B - V_{in} -Kennlinie S α). Während des Regenerationsbetriebs gilt, dass je niedriger der interne Batteriewiderstand (R_B) ist, desto kleiner wird $V_{in\beta_UL}$ (Wert von V_{in} bei dem Schnittpunkt zwischen der P_{Bn_rg} -Koordinate und der P_B - V_{in} -Kennlinie S β).

[0130] Somit gilt sowohl während des Antriebsbetriebs als auch während des Regenerationsbetriebs, dass je niedriger der Wert des internen Batteriewiderstands (R_B) ist, desto breiter wird der erreichbare V_{in} -Bereich bei dem derzeitigen Wert der Batterieleistung (P_{Bn}). Somit sollte von dem Gesichtspunkt einer Sicherstellung, dass eine Anomalie nur erfasst wird, wenn es sicher ist, dass es tatsächlich eine Anomalie gibt, der angenommene Wert des internen Batteriewiderstands R_B der kleinste sein, der in einem praktischen Betrieb vorhergesehen werden kann.

[0131] Der interne Batteriewiderstand R_B variiert umgekehrt proportional zu der Batterietemperatur T_B , sodass der niedrigste Wert, der durch die Batterietemperatur erreicht wird, erreicht werden wird, wenn die Batterietemperatur bei dem maximalen Wert ist, der in einer praktischen Verwendung erreichbar ist. Dies ist in **Fig. 11** veranschaulicht, in der ein praktischer Bereich von Werten der Batterietemperatur T_B von -30°C bis 60°C angenommen wird. In Anbetracht hiervon, und da der interne Batteriewiderstand (R_B) in großem Umfang mit einer Änderung der Temperatur variiert, ist es zu bevorzugen (wenn der tatsächliche Wert von T_B nicht verfügbar ist), die P_B - V_{in} -Kennlinien S α , S β , die in **Fig. 9** gezeigt sind, zu definieren, indem der niedrigste Wert des internen Batteriewiderstands verwendet wird, von dem erwartet wird, dass er innerhalb eines praktischen Bereichs von Batterietemperaturwerten erreicht wird.

[0132] Wenn jedoch die tatsächliche Batterietemperatur T_B überwacht werden kann, kann der tatsächliche interne Batteriewiderstand R_B auf der Grundlage der in **Fig. 11** gezeigten Temperaturkennlinie geschätzt werden. Auch wenn die tatsächliche Batterietemperatur T_B nicht genau erhalten werden kann, kann es möglich sein abzuschätzen, dass T_B innerhalb eines spezifischen Bereichs von Temperaturen liegt. Dies kann möglicherweise auf der Grundlage beispielsweise der Temperatur der Umgebung der Batterie ausgeführt werden. In diesem Fall kann der interne Batteriewiderstand R_B als der Wert spezifiziert werden, der der niedrigsten Tem-

peratur innerhalb des geschätzten Umgebungstemperaturbereichs entspricht. Des Weiteren können Faktoren, die zu der Batterietemperatur unterschiedlich sind, den Wert des internen Batteriewiderstands beeinflussen, wie beispielsweise der Ladungszustand (SOC) der Batterie. Es wäre möglich, ebenso derartige andere Faktoren als Parameter bei einer Schätzung des niedrigsten Werts zu verwenden, der für den internen Batteriewiderstand erwartet werden kann.

[0133] Die Art und Weise eines Erhaltens des normalen Tastgradbereichs D_{nr} gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel, das auf dem erreichbaren V_{in} -Bereich beruht, wird unter Bezugnahme auf **Fig. 12** beschrieben. Wie für **Fig. 7** gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist **Fig. 12** eine D_h - V_{in} -Kennlinienabbildung, die Kennlinien zeigt, die bei einem spezifischen Ausgabespannungsbefehlswerts V_{sys}^* (als $X[V]$ bezeichnet) Werte eines Tastgrades D_h und einer Eingangsseitenspannung V_{in} für den Fall eines Antriebsbetriebs bzw. eines Regenerationsbetriebs zeigen (die Kennlinien, die als f_{pw} bzw. f_{rg} bezeichnet werden). Eine Vielzahl derartiger Kennlinienabbildungen wird im Voraus erzeugt und gespeichert, die jeweils unterschiedlichen Werten von V_{sys}^* entsprechen. Diese D_h - V_{in} -Kennlinienabbildungen werden erzeugt, wie es für das zweite Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die **Fig. 6** und **Fig. 7** vorstehend beschrieben ist, aber ohne Werte von V_{in} und W_{out} zu erlangen und anzuwenden.

[0134] Um die oberen und unteren Grenzen des normalen Tastgradbereichs D_{nr} während eines Antriebsbetriebs des Spannungswandlers **20** zu bestimmen, wird zuerst der erreichbare V_{in} -Bereich entsprechend dem Batterieleistungswert P_{Bn} bestimmt, d. h., die V_{in_min} - und V_{in_UL} -Grenzwerte werden erhalten, wie es vorstehend beschrieben ist. Wie es in **Fig. 12** gezeigt ist, werden diese Grenzwerte dann bei der f_{pw} -Kennlinie der V_{in} - D_h -Kennlinienabbildung angewendet, die dem Befehlswert V_{sys}^* entspricht, um entsprechende Werte des Tastgrades D_h als die oberen und unteren Grenzwerte des normalen Tastgradbereichs D_{nr} zu erhalten, wie es in **Fig. 12** gezeigt ist.

[0135] Der normale Tastgradbereich D_{nr} wird auf ähnliche Weise in dem Regenerationsbetrieb bestimmt. In diesem Fall werden die Grenzwerte V_{in_LL} und V_{in_max} des erreichbaren V_{in} -Bereichs bei der f_{rg} -Kennlinie angewendet.

[0136] **Fig. 13** ist ein Teilflussdiagramm einer Anomalieerfassungsverarbeitungsroutine, die durch dieses Ausführungsbeispiel ausgeführt wird. Die grundsätzlichen Unterschiede zwischen dieser Verarbeitung und der gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel (die in der vorstehenden **Fig. 8** gezeigt ist) sind wie nachstehend beschrieben:

Schritte S1-2B, S1-3, S2-B und S3 gemäß **Fig. 8** werden durch Schritt S1-3B (Erlangung des Werts der Batterieleistung P_{Bn}), Schritt S2-D und Schritte S3A bis S3F ersetzt.

[0137] In Schritt S2-D wird eine Entscheidung getroffen, ob P_{Bn} ein positiver oder negativer Wert ist. Wenn er positiv ist (was einen Antriebsbetrieb anzeigt), werden die Schritte S3A bis S3C ausgeführt, um den normalen Tastgradbereich D_{nr} zu erhalten. Wenn P_{Bn} negativ ist (was einen Regenerationsbetrieb anzeigt), werden die Schritte S3D bis S3F ausgeführt, um D_{nr} zu erhalten.

[0138] In Schritt S3A wird der Wert der Batterieleistung P_{Bn} bei der in **Fig. 9** gezeigten α - P_B - V_{in} -Kennlinie angewendet, um den V_{in_UL} -Wert von V_{in} zu erhalten. In diesem Fall reicht der erreichbare V_{in} -Bereich von V_{in_min} (der niedrigste mögliche Wert von V_{in} während eines Antriebsbetriebs) bis V_{in_UL} . In Schritt S3B wird eine f_{pw} -Kennlinienabbildung entsprechend dem Wert von V_{sys}^* ausgewählt, der in Schritt S1-1 erlangt wird. In Schritt S3C wird der erreichbare V_{in} -Bereich bei der ausgewählten f_{pw} -Kennlinie angewendet, wie es in **Fig. 12** gezeigt ist, um den normalen Tastgradbereich D_{nr} zu erhalten.

[0139] In Schritt S3D wird der Wert P_{Bn} bei der β - P_B - V_{in} -Kennlinie angewendet, um den V_{in_LL} -Wert von V_{in} zu erhalten. In diesem Fall reicht der erreichbare V_{in} -Bereich von V_{in_LL} bis V_{in_max} (der höchste mögliche Wert von V_{in} während des Regenerationsbetriebs). In Schritt S3E wird eine f_{rg} -Kennlinienabbildung entsprechend dem Wert von V_{sys}^* ausgewählt. In Schritt S3F wird der erreichbare V_{in} -Bereich bei der f_{rg} -Kennlinie angewendet, um den normalen Tastgradbereich D_{nr} zu erhalten.

[0140] Die nachfolgenden Schritte, die Schritt S4 (Erlangen des Tastgradwerts) umfassen und davon ausgehen, sind zu denen gemäß **Fig. 8** identisch. Es wird angenommen, dass eine α -, β -Kennlinienabbildung der in **Fig. 9** gezeigten Form, die auf der Grundlage vorbestimmter Werte des internen Batteriewiderstands R_B und der Werte von V_{in_min} und V_{in_max} erzeugt wird, für eine Verwendung bei der Ausführung der Schritte S3A und S3B im Voraus vorbereitet und gespeichert worden ist. Alternativ hierzu könnte, wenn ein tatsächlicher (derzeit überwachter) Wert des internen Batteriewiderstands R_B erlangt werden kann, dieser verwendet

werden, um eine S_{α} -, S_{β} -Kennlinienabbildung vor einer Ausführung der Schritte S3A bis S3C oder S3D bis S3F zu erzeugen.

[0141] Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel, wie es vorstehend beschrieben ist, werden zwei normale Tastgradbereiche Dnr bestimmt, die während eines Antriebsbetriebs bzw. während eines Betriebs des Spannungswandlers **20** angewendet werden. Jeder normale Tastgradbereich kann auf genaue Weise bestimmt werden, ohne dass eine Verwendung erfasster Werte der Eingangsseitenspannung V_{in} erforderlich ist, sodass die normalen Tastgradbereiche bestimmt werden können, ohne durch Spannungssensorfehler beeinflusst zu werden. Zusätzlich ist es nicht erforderlich, Werte der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und der zulässigen Batterieentladungsleistung W_{out} für den spezifischen Typ (das Modell) der Batterie, die verwendet werden wird, zu erhalten, d. h. Informationen, für die es für den Hersteller des Spannungswandlersteuerungsgeräts **50** schwierig sein kann, diese zu erhalten.

[0142] Des Weiteren kann durch ein Definieren der V_{in} - P_B -Kennlinien S_{α} , S_{β} unter Verwendung des niedrigsten Werts, der für den internen Batteriewiderstand R_B erwartet werden kann, eine fehlerhafte Erfassung einer Anomalie des Spannungswandlers **20** auf effektive Weise verhindert werden.

Weitere Ausführungsbeispiele

[0143] Die vorliegende Erfindung ist bezüglich einer Anwendung nicht auf einen Spannungswandler begrenzt, der ein Hochsetzen einer Eingabespannung ausführt, sondern wäre gleichsam bei einem Abwärtstyps bzw. Step-Down-Typ eines Spannungswandlers anwendbar. In diesem Fall würden der Spannungssteuerungsabschnitt und der Spannungsumwandlungsabschnitt des Spannungswandlers aus einem Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt bzw. einem Spannungshochsetzabschnitt anstelle des Spannungshochsetzsteuerungsabschnitts **55** und des Spannungshochsetzabschnitts **22** gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen bestehen.

[0144] Mit den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen wandelt die Lastschaltung des Spannungswandlers **22** eine Gleichstromspannung in eine 3-Phasen-Wechselspannung für ein Antreiben eines Motorgenerators **8** um. Die Erfindung wird jedoch gleichsam bei anderen Typen einer Lastschaltung anwendbar sein, beispielsweise einer H-Brückenschaltung, die einen Gleichstrommotor antreibt.

[0145] Des Weiteren könnte ein einzelner Spannungswandler **20** mit einer Vielzahl von Lastschaltungen verbunden sein.

[0146] Des Weiteren ist die Erfindung nicht auf den Fall begrenzt, bei dem der Spannungswandler eine Lastschaltung, wie beispielsweise einen Leistungsumrichter usw., antreibt bzw. ansteuert, der eine elektrische Leistung einem Motorgenerator zuführt, um eine Antriebskraft bei einem Hybridtyp-Fahrzeug oder einem elektrischen Fahrzeug bereitzustellen. Die Erfindung könnte gleichsam angewendet werden, wenn die elektrische Leistung einem Hilfsgenerator eines Fahrzeugs zugeführt wird, oder bei einer rotierenden Maschine angewendet werden, die nicht in Fahrzeugen verwendet wird, wie beispielsweise in Zügen usw.. Des Weiteren wäre die Erfindung ebenso bei einem Gerät anwendbar, das hohe Spannungen verwendet, wie beispielsweise Entladungsröhren oder Röntgenmaschinen usw..

[0147] Somit ist die vorstehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele in einem beschreibenden und nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen, wobei verschiedene Modifikationen der Ausführungsbeispiele geplant werden können, die in den Umfang fallen, der für die Erfindung beansprucht wird, wie es in den beigefügten Patentansprüchen angegeben ist.

[0148] Ein Spannungswandlersteuerungsgerät steuert wiederholte Schaltbetriebe eines Spannungswandlers für eine Umwandlung zwischen einer Anschlussspannung einer Batterie als eine Eingangsseitenspannung und einer Anschlussspannung eines Leistungsumrichters als eine Ausgangsseitenspannung, indem ein Befehlswert eines Tastgrades des Schaltens entsprechend einem Befehlswert der Ausgangsseitenspannung bestimmt wird. Das Spannungswandlersteuerungsgerät stellt einen normalen Tastgradbereich ein, der Grenzwerte des Tastgrades für einen normalen Betrieb des Spannungswandlers definiert, wobei die Grenzwerte auf der Grundlage von Informationen bestimmt werden, die den Befehlswert der Ausgangsseitenspannung umfassen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2014-174139 [0001]
- JP 2015-40196 [0001]
- JP 2009-148116 [0004]

Patentansprüche

1. Spannungswandlersteuerungsgerät, das einen Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt und einen Anomalieerfassungsabschnitt jeweils für ein Steuern eines Spannungswandlers und ein Erfassen eines anomalen Betrieb des Spannungswandlers umfasst, wobei der Spannungswandler zwischen einer Batterie und einem Leistungsumrichter angeschlossen ist, wobei der Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt den Spannungswandler für eine Ausführung einer Umwandlung zwischen einer Anschlussspannung der Batterie als eine Eingangsseitenspannung (V_{in}) und einer Anschlussspannung des Leistungsumrichters als eine Ausgangsseitenspannung (V_{sys}) steuert,

wobei der Spannungswandler eine Drossel und einen Spannungshochsetzabschnitt umfasst, die zwischen der Batterie und dem Leistungsumrichter in Reihe geschaltet sind, wobei der Spannungshochsetzabschnitt Schaltelemente umfasst, die durch den Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt für ein Ein-/Aus-Schalten gesteuert werden, um wiederholt eine elektrische Energie in der Drossel und aus der Drossel zu speichern und zu entladen;

der Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt eine Schaltung umfasst, die konfiguriert ist, einen Tastgrad eines Schaltens, das durch das Schaltelement auszuführen ist, auf der Grundlage von Informationen zu berechnen, die einen Ausgabespannungsbefehlswert (V_{sys}^*) der Ausgangsseitenspannung umfassen, und

der Anomalieerfassungsabschnitt eine Schaltung umfasst, die konfiguriert ist, einen normalen Tastgradbereich (D_{nr}) als ein Bereich von Werten des Tastgrades auf der Grundlage von Informationen, die die Ausgangsseitenspannung anzeigen, und von Informationen bezüglich der Eingangsseitenspannung zu bestimmen und einen anomalen Betrieb des Spannungswandlers zu erfassen, wenn eine Anzahl von Tastgradwerten, die aufeinanderfolgend durch den Spannungshochsetzsteuerungsabschnitt berechnet werden, jeweils außerhalb des normalen Tastgradbereichs (D_{nr}) sind und eine vorbestimmte Anzahl überschreiten;

wobei das Spannungswandlersteuerungsgerät dadurch gekennzeichnet ist, dass:

die Schaltung des Anomalieerfassungsabschnitts konfiguriert ist, den Ausgabespannungsbefehlswert (V_{sys}^*) zu erlangen und den normalen Tastgradbereich (D_{nr}) auf der Grundlage des Ausgabespannungsbefehlswerts (V_{sys}^*) als die Informationen zu bestimmen, die die Ausgangsseitenspannung des Spannungswandlers anzeigen.

2. Spannungswandlersteuerungsgerät nach Anspruch 1, wobei der Spannungswandler selektiv in einer Antriebsbetriebsart, wodurch eine elektrische Leistung, die von der Batterie entladen wird, dem Leistungsumrichter zugeführt wird, und in einer Regenerationsbetriebsart, wodurch eine elektrische Leistung, die durch den Leistungsumrichter erzeugt wird, zugeführt wird, um die Batterie zu laden, betreibbar ist, und wobei die Schaltung des Anomalieerfassungsabschnitts konfiguriert ist:

jeweilige Werte einer maximalen zulässigen Ladungsleistung (W_{in}), einer maximalen zulässigen Entladungsleistung (W_{out}), einer elektromotorischen Kraft (V_B) und eines internen Widerstands (R_B) der Batterie zu erlangen,

eine Beziehung zwischen Werten einer Batterieleistung (P_B) der Batterie, des Ausgabespannungsbefehlswerts (V_{sys}^*) und des Tastgrades (D_h) zu berechnen, indem die nachstehende Gleichung, die eine Kennlinie in der Form einer Parabel ausdrückt, angewendet wird:

$$P_B = -\left(\frac{V_{sys}^{*2}}{R_B}\right) \times \left(D_h - \frac{V_B}{2V_{sys}^*}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B}$$

und

den normalen Tastgradbereich (D_{nr}) als einen Bereich zu bestimmen, der höher als ein Tastgrad entsprechend einer Achse der Parabel ist und der Batterieleistungswerten zwischen dem Wert der maximalen zulässigen Ladungsleistung (W_{in}) und dem Wert der maximalen zulässigen Entladungsleistung (W_{out}) entspricht.

3. Spannungswandlersteuerungsgerät nach Anspruch 1, wobei der Anomalieerfassungsabschnitt: einen nicht-flüchtigen Speicher umfasst, der darin im Voraus gespeicherte Daten aufweist, die eine Vielzahl von Kennlinienabbildungen ausdrücken, die jeweils unterschiedlichen Ausgabespannungsbefehlswerten (V_{sys}^*) entsprechen, wobei jede der Kennlinienabbildungen eine Beziehung zwischen Werten der Eingangsseitenspannung und des Tastgrades ausdrückt; und

eine Schaltung umfasst, die konfiguriert ist, einen derzeit erfassten Wert der Eingangsseitenspannung zu erlangen, eine der Kennlinienabbildungen entsprechend einem derzeit spezifizieren Ausgabespannungsbefehlswert auszuwählen und den normalen Tastgradbereich (D_{nr}) auf der Grundlage der ausgewählten Kennlinienabbildung in Verbindung mit dem Eingangsseitenspannungswert zu bestimmen.

4. Spannungswandlersteuerungsgerät nach Anspruch 3, wobei:
 der Anomalieerfassungsabschnitt jeweilige Werte einer zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und einer zulässigen Batterieentladungsleistung (W_{out}) der Batterie erlangt; und
 der normale Tastgradbereich (D_{nr}) auf der Grundlage der Werte der zulässigen Batterieladungsleistung W_{in} und der zulässigen Batterieentladungsleistung (W_{out}) weiter bestimmt wird.

5. Spannungswandlersteuerungsgerät nach Anspruch 1, wobei der Anomalieerfassungsabschnitt:
 einen nicht-flüchtigen Speicher umfasst, der darin im Voraus gespeicherte Daten aufweist, die eine Vielzahl von Kennlinienabbildungen entsprechend jeweils unterschiedlicher Ausgabespannungsbefehlswerten (V_{sys}^*) ausdrücken, wobei jede der Kennlinienabbildungen eine Beziehung zwischen der Eingangsseitenspannung und dem Tastgradwert ausdrückt;
 und eine Schaltung umfasst, die konfiguriert ist,
 einen derzeit erfassten Wert der Batterieleistung und jeweilige Werte einer elektromotorischen Kraft (V_B) und eines internen Widerstands (R_B) der Batterie zu erlangen;
 eine der Kennlinienabbildungen entsprechend einem derzeit spezifizierten Ausgabespannungsbefehlswert (V_{sys}^*) auszuwählen und den erlangten Wert der Batterieleistung bei der ausgewählten Kennlinienabbildung anzuwenden, um eine spezifische Kennlinie zu erhalten, die Werte der Eingangsseitenspannung und des Tastgrades betrifft,
 einen minimalen möglichen Wert (V_{in_min}) und einen maximalen möglichen Wert (V_{in_max}) der Eingangsseitenspannung zu erlangen;
 einen erreichbaren Eingabespannungsbereich zu schätzen, der durch maximale und minimale erreichbare Werte der Eingangsseitenspannung des Spannungswandlers bei dem derzeit erfassten Wert der Batterieleistung definiert wird, wobei die Schätzung auf dem minimalen möglichen Wert (V_{in_min}) oder dem maximalen möglichen Wert (V_{in_max}) und einer Beziehung zwischen der Batterieleistung (P_B), der elektromotorischen Kraft der Batterie (V_B), dem internen Batteriewiderstand (R_B) und der Eingangsseitenspannung (V_{in}) beruht, die durch die nachstehende Gleichung ausgedrückt wird:

$$P_B = -\left(\frac{1}{R_B}\right) \times \left(V_{in} - \frac{V_B}{2}\right)^2 + \frac{V_B^2}{4R_B}$$

und

den normalen Tastgradbereich (D_{nr}) auf der Grundlage des erreichbaren Eingabespannungsbereichs in Verbindung mit der erhaltenen spezifischen Kennlinie zu bestimmen.

6. Spannungswandlersteuerungsgerät nach Anspruch 5, wobei
 der Spannungswandler selektiv in einer Antriebsbetriebsart, wodurch eine elektrische Leistung, die von der Batterie entladen wird, dem Leistungsumrichter zugeführt wird, und in einer Regenerationsbetriebsart, wodurch eine elektrische Leistung, die durch den Leistungsumrichter erzeugt wird, zugeführt wird, um die Batterie zu laden, betreibbar ist,
 eine erste spezifische Kennlinie, die Werte der Eingangsseitenspannung und des Tastgrades betrifft und einem Betrieb in der Antriebsbetriebsart entspricht, von der ausgewählten Kennlinienabbildung erhalten wird und verwendet wird, um den normalen Tastgradbereich zu bestimmen, wenn der Spannungswandler in der Antriebsbetriebsart arbeitet, und
 eine zweite spezifische Kennlinie, die Werte der Eingangsseitenspannung und des Tastgrades betrifft und einem Betrieb in der Regenerationsbetriebsart entspricht, von der ausgewählten Kennlinienabbildung erhalten wird und verwendet wird, um den normalen Tastgradbereich zu bestimmen, wenn der Spannungswandler in der Regenerationsbetriebsart arbeitet.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

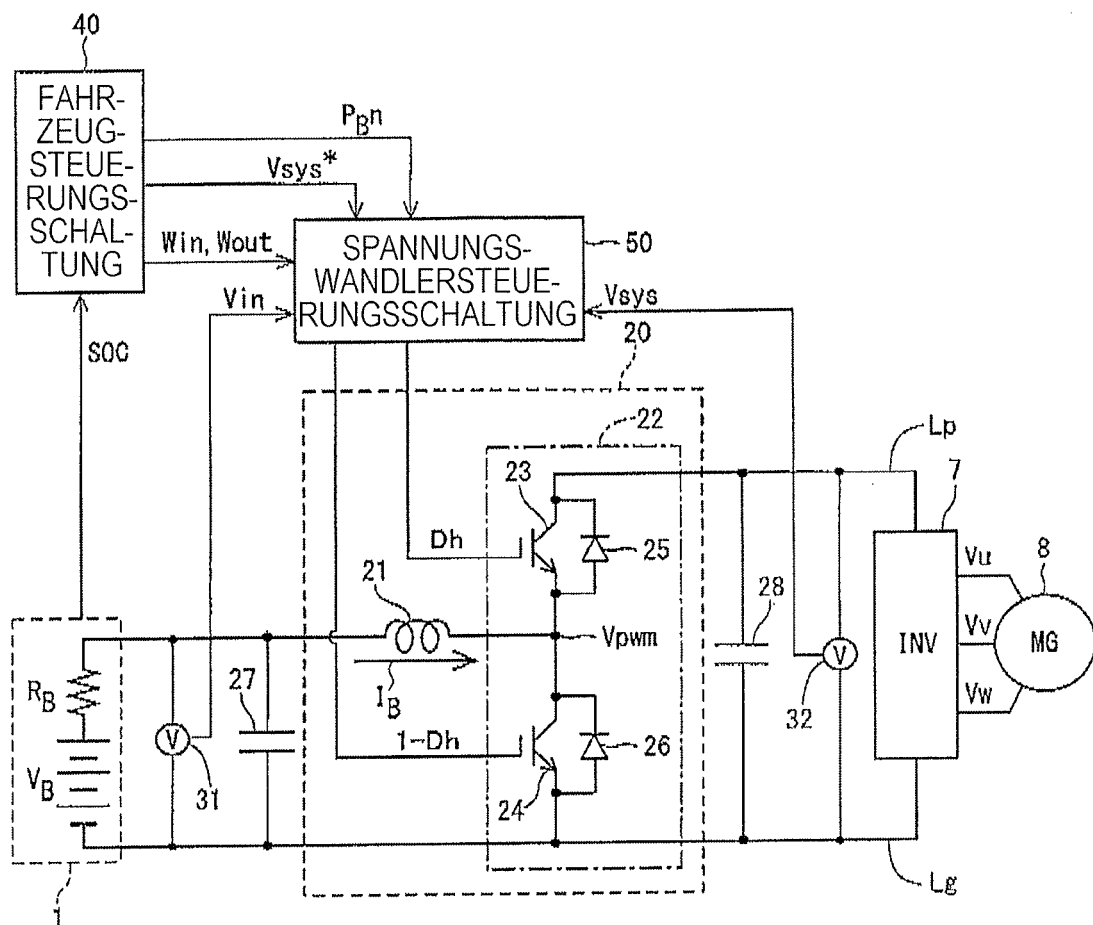


FIG.2

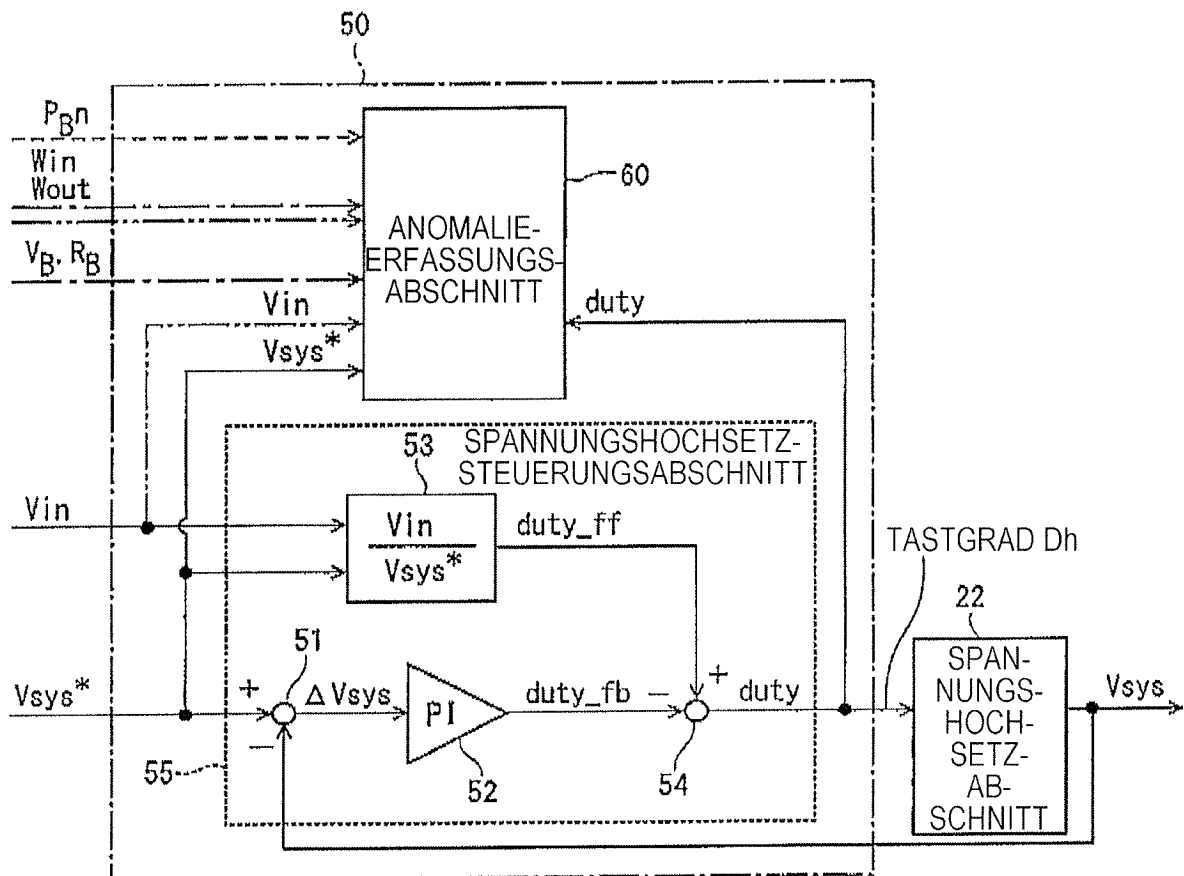


FIG.3A

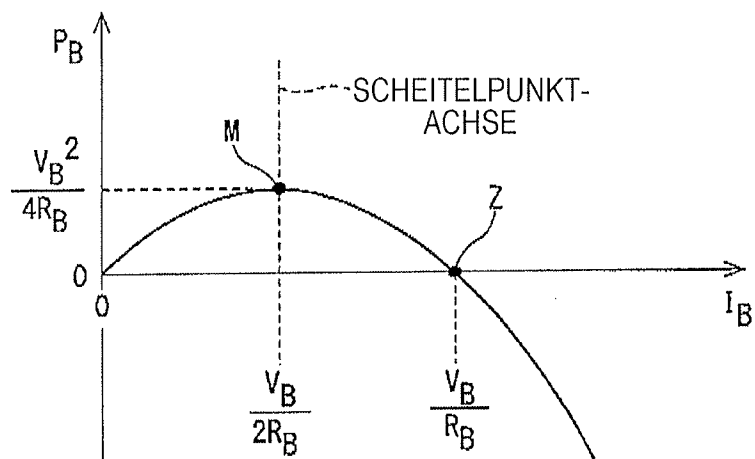


FIG.3B

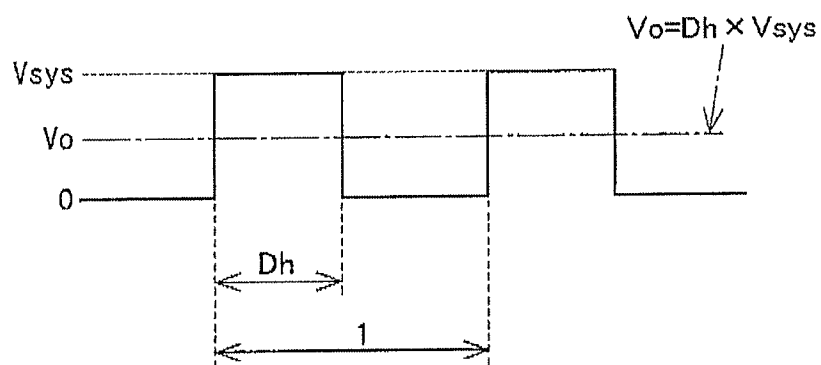


FIG.4A

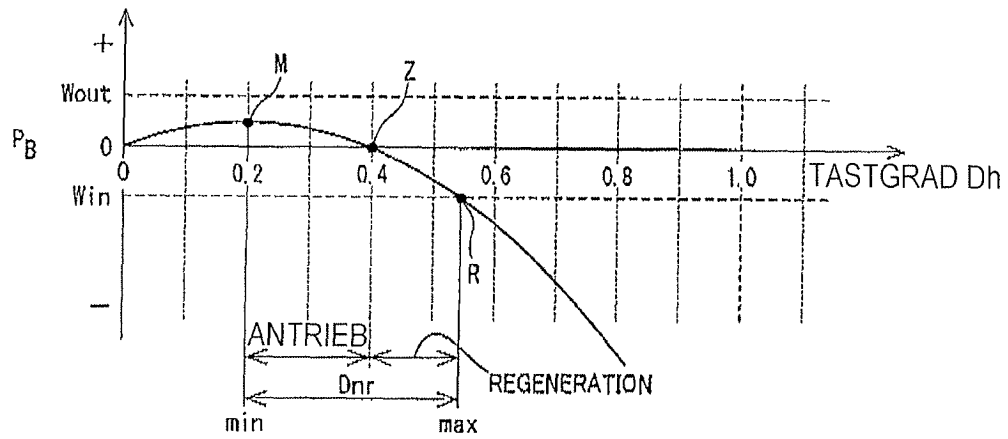


FIG.4B

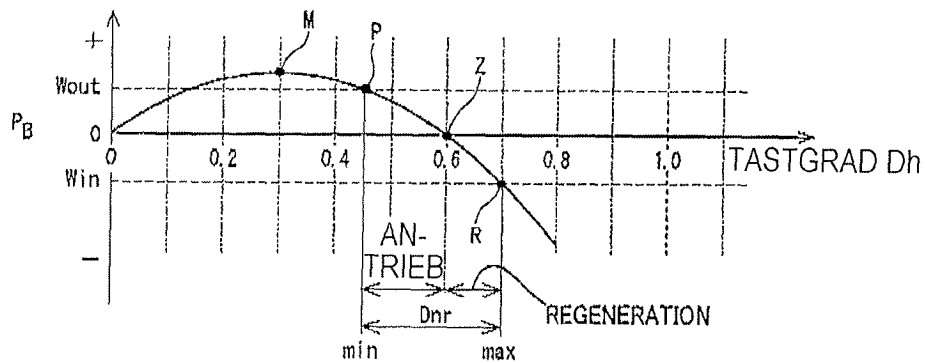


FIG.4C

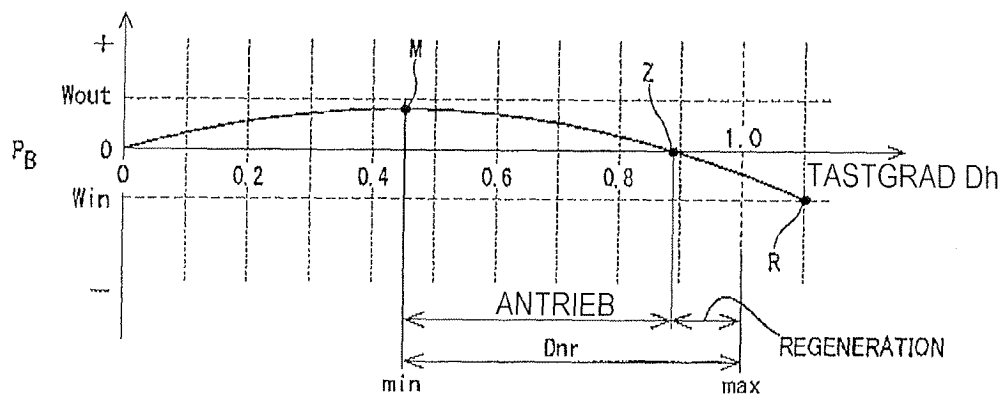


FIG.5

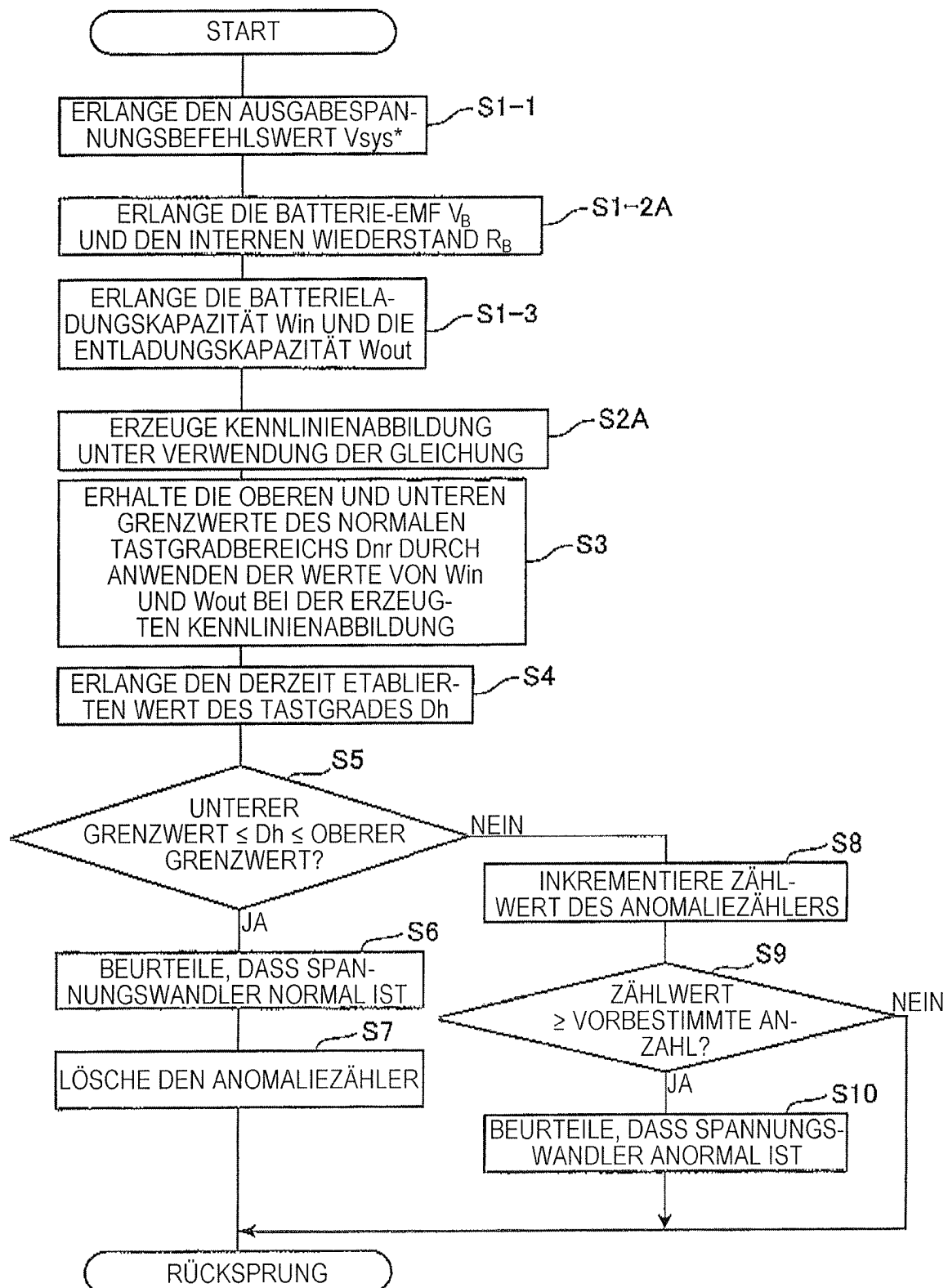


FIG.6

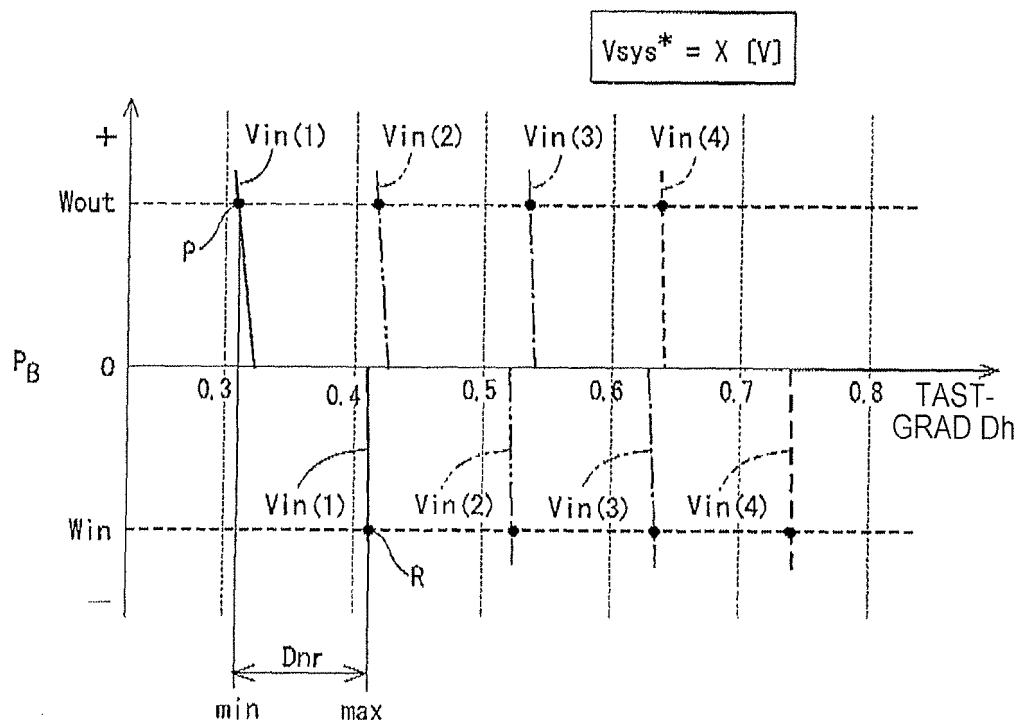


FIG.7

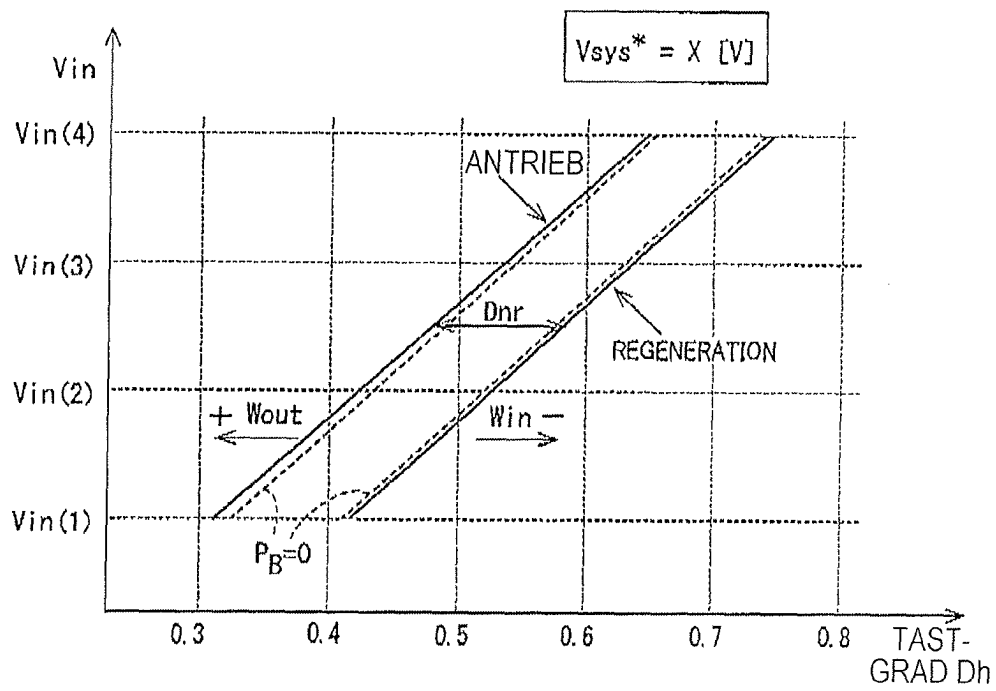


FIG.8

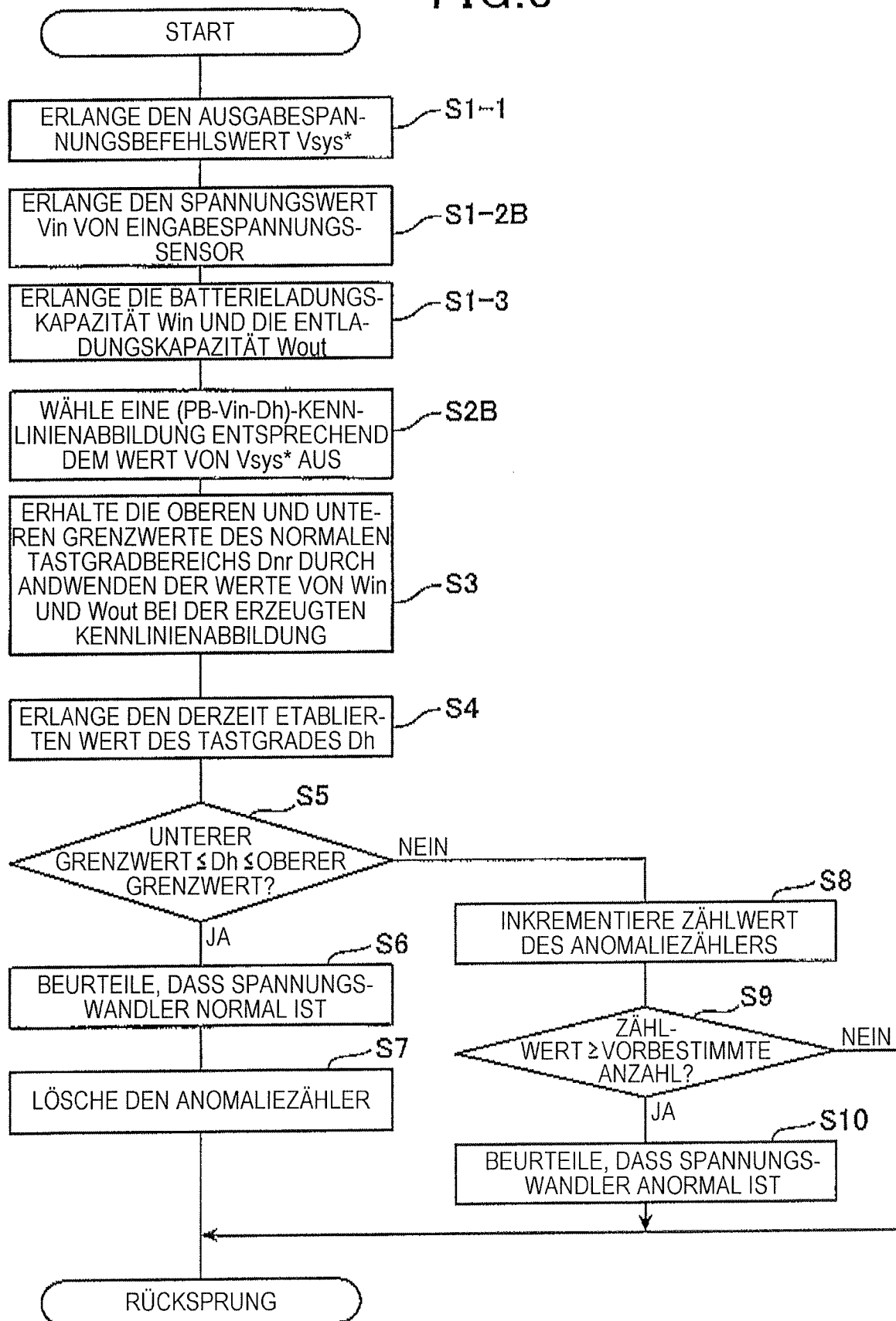


FIG.9

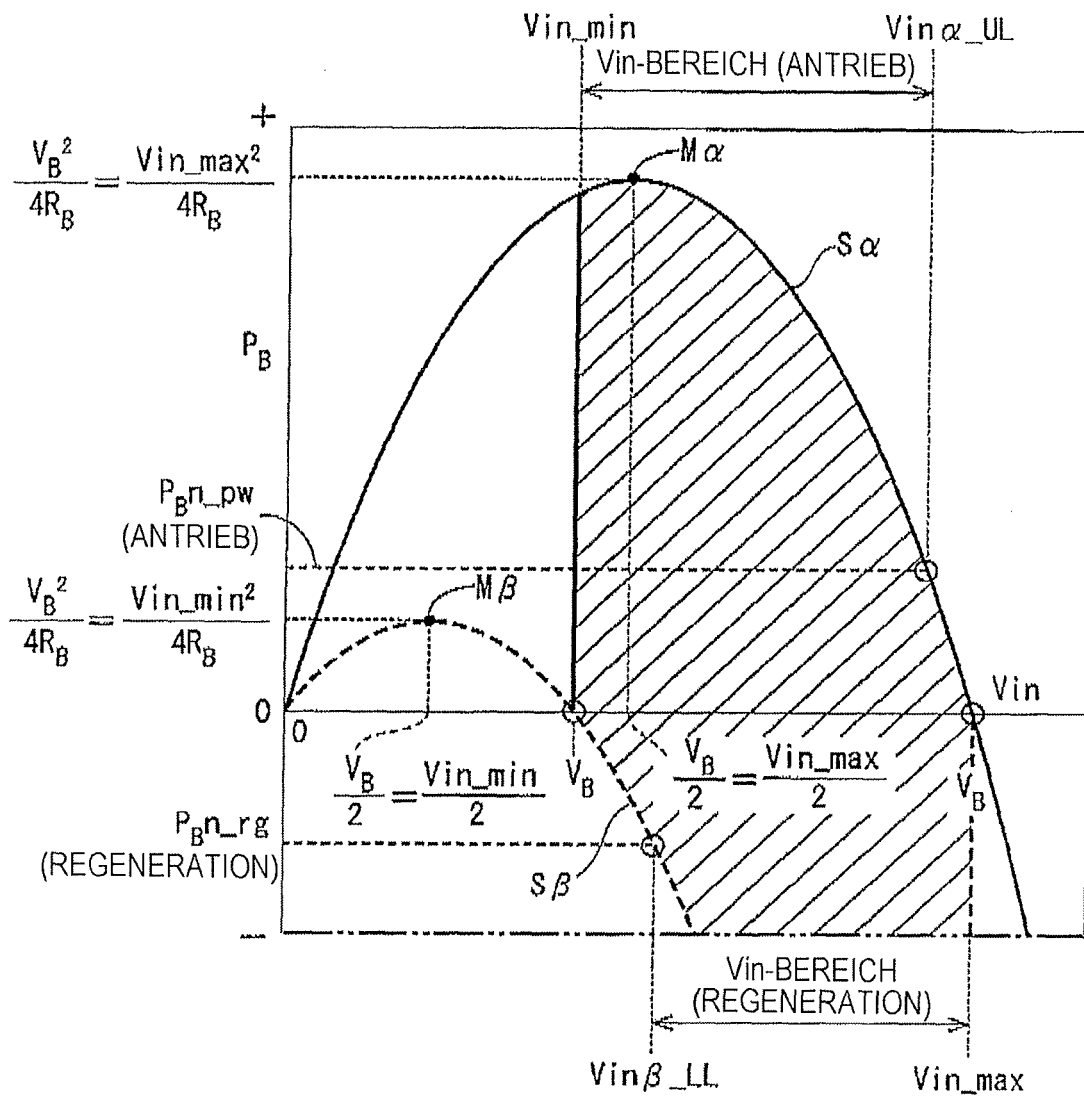


FIG.10

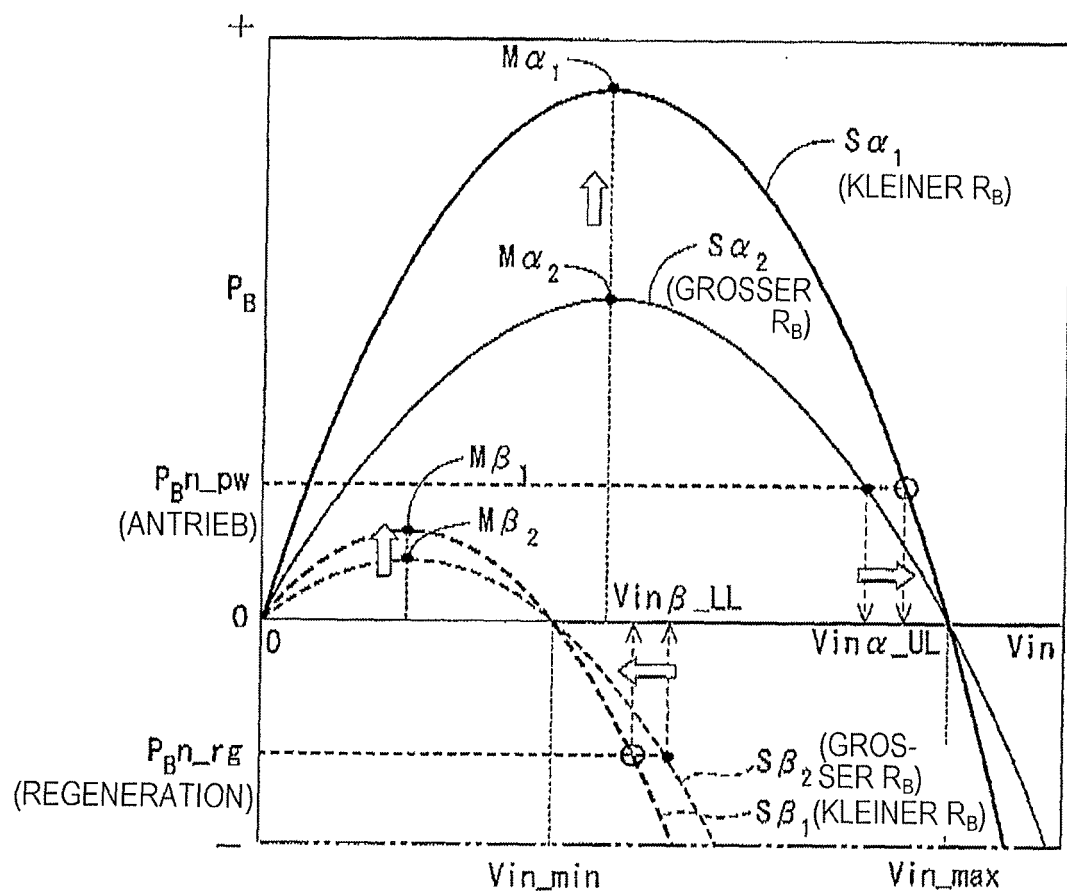


FIG.11

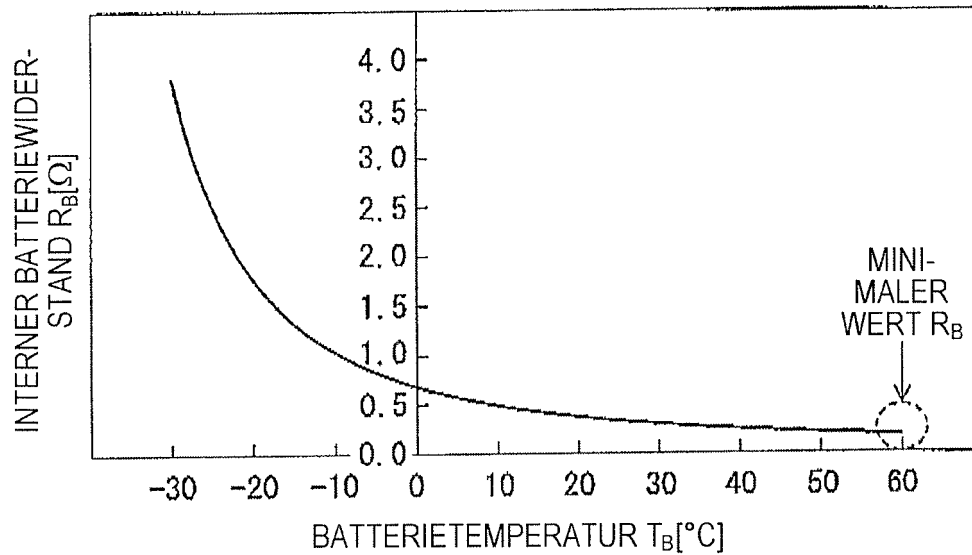


FIG.12

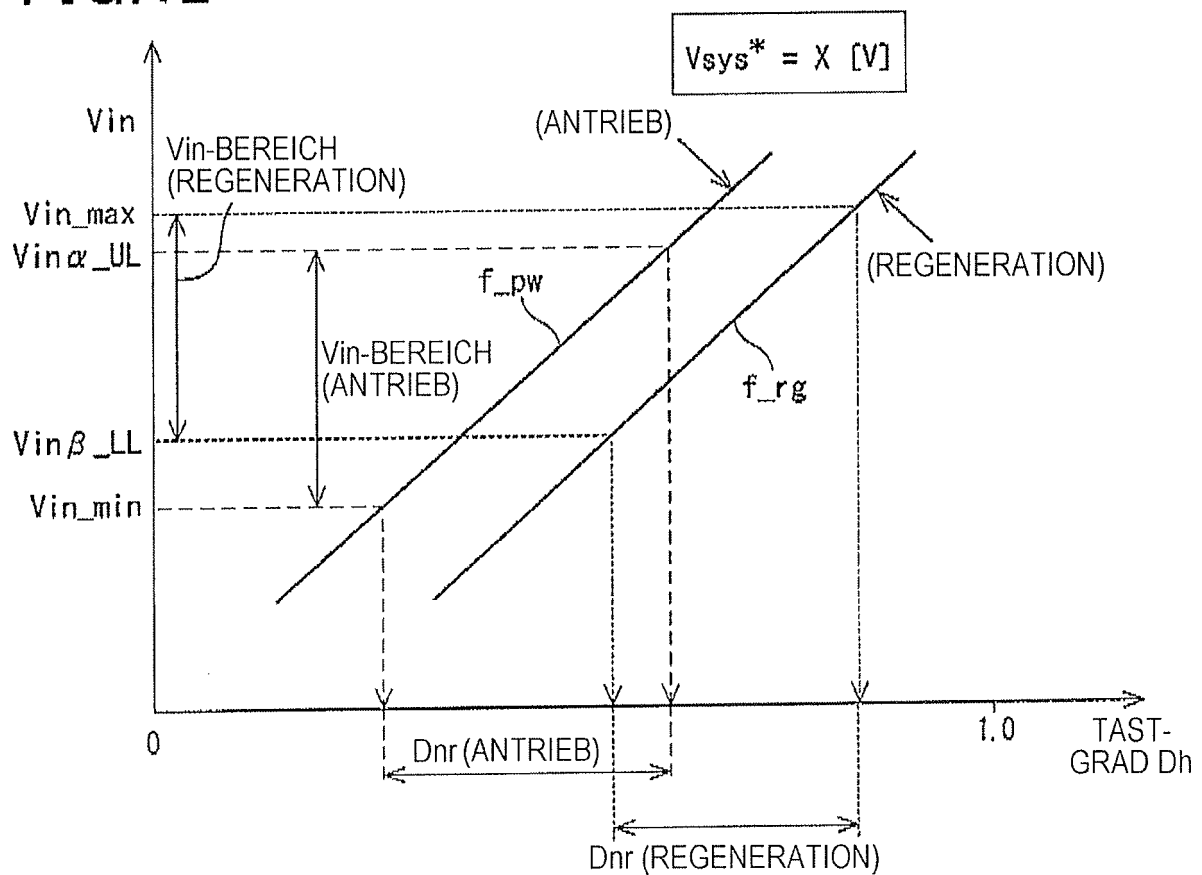


FIG.13

