



(10) **DE 11 2017 002 116 T5** 2019.01.03

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/183698**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 002 116.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/015935**  
(86) PCT-Anmeldetag: **20.04.2017**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **26.10.2017**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **03.01.2019**

(51) Int Cl.: **H02P 9/04 (2006.01)**  
**B60L 7/10 (2006.01)**  
**H02P 9/00 (2006.01)**  
**H02P 29/68 (2016.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2016-085380**      **21.04.2016**      **JP**  
  
(71) Anmelder:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

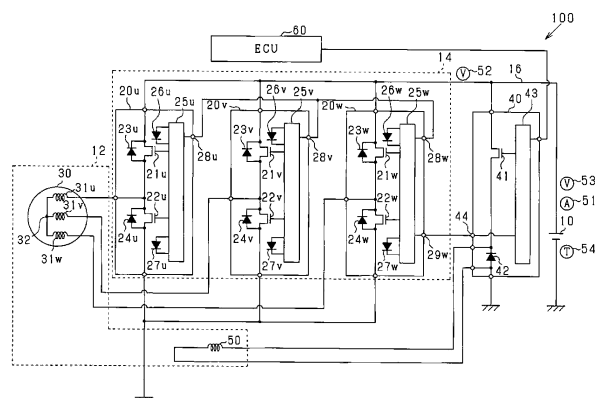
(74) Vertreter:  
**TBK, 80336 München, DE**  
  
(72) Erfinder:  
**Kawazu, Shinsuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Kato, Akira, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Senda,  
Takashi, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Steuerungsgerät für eine rotierende elektrische Maschine**

(57) Zusammenfassung: Ein System (100) weist eine rotierende elektrische Maschine (12), eine Verdrahtung (16), eine Batterie (10), die mit der rotierenden elektrischen Maschine durch die Verdrahtung verbunden ist, und einen Obergrenzwerteinstellungsabschnitt (43, 46, 60) auf, der einen Ausgabeobergrenzwert einstellt, der eine obere Grenze eines Ausgabebefehls für die rotierende elektrische Maschine ist. Ein Steuerungsgerät, das die rotierende elektrische Maschine steuert, ist mit einem Temperaturbeschaffungsabschnitt (43, 46, 51 bis 53, 54), der die Temperatur der Batterie und/oder der Verdrahtung beschafft, einem Zulässigkeitsausgabewertberechnungsabschnitt (43, 46), der einen zulässigen Ausgabewert, der die obere Grenze ist, die für den Ausgabebefehl der rotierenden elektrischen Maschine zugelassen ist, auf der Grundlage der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafften Temperatur berechnet, und einem Sendeabschnitt (43, 46) versehen, der den durch den Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt (43, 46) berechneten zulässigen Ausgabewert zu dem Obergrenzwerteinstellungsabschnitt sendet.



**Beschreibung**

[Querverweis zu Verwandten Anmeldungen]

**[0001]** Die Anmeldung beruht auf der japanischen und bezieht hiermit durch Bezugnahme die japanische Erstpatentanmeldung Nr. 2016-085380 ein, die am 21. April 2016 eingereicht worden ist.

[Technisches Gebiet]

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Steuerungsgerät zur Steuerung einer rotierenden elektrischen Maschine.

[Stand der Technik]

**[0003]** Gemäß dem Stand der Technik wird in Bezug auf eine rotierende elektrische Maschine, die eine Mehrphasenwicklung und eine Feldwicklung aufweist, bei der ein Ausgangswechselstrom aus der Mehrphasenwicklung durch eine Vielzahl von Gleichrichterelementen oder Schaltelementen gleichgerichtet wird, das Speisungsintervall der Feldwicklung des Rotors in jeder von jeweiligen festen Perioden geändert. Der Anteil des Speisungsintervalls wird als Tastgrad der Feldwicklung bezeichnet, und der Tastgrad wird der variabel entsprechend der Größe elektrischer Leistung usw. eingestellt, die von der rotierenden elektrischen Maschine angefordert wird.

**[0004]** Ein Steuerungsgerät für eine rotierende Maschine ist in PTL 1 zur Verwendung beim Variieren des Tastgrads der Feldwicklung beschrieben. Bei dem in PTL 1 beschriebenen Steuerungsgerät kann ein Wechsel zwischen einem kurzzeitigen Nennbetrieb, bei dem der Tastgrad groß ist, und einem kontinuierlichen Nennbetrieb, bei dem der Tastgrad klein ist, durchgeführt werden. Zusätzlich ist ein Temperatursensor nahe an einem Leistungstransistor angeordnet, der die Speisung der Feldwicklung steuert. Wenn die durch den Temperatursensor erfasste Temperatur eine überhitzte Bedingung (überhitzten Zustand) angibt, wird der Kurzzeitzennbetrieb unterbunden.

[Zitierungsliste]

[Patentliteratur]

**[0005]** [PTL 1] Japanische Patentveröffentlichung Nr. 2013-219965

[Zusammenfassung der Erfindung]

**[0006]** Bei dem in PTL 1 beschriebenen Steuerungsgerät wird in dem Fall, in dem die Temperatur in der Nähe des Leistungstransistors eine Überhitzungsbedingung angibt, der Kurzzeitzennbetrieb unterbunden. Jedoch gibt es bei der Steuerung einer rotie-

renden elektrischen Maschine andere Teile außer dem Leistungstransistor oder der rotierenden elektrischen Maschine, für die Temperaturerhöhungsprobleme auftreten können. Wenn die Temperaturerhöhung unterdrückt wird, indem diese Teile groß gemacht werden, und die Leistungsfähigkeit jedes Teils erhöht wird, wird es schwierig, die Gerätegröße zu reduzieren oder die Kosten abzusenken. Wenn demgegenüber die Ausgabe der rotierenden elektrischen Maschine beschränkt wird, um eine Erhöhung der Temperatur in diesen Teilen zu verhindern, wird der Steuerung der rotierenden elektrischen Maschine zum Erzeugen einer hohen Ausgabe eine Beschränkung auferlegt.

**[0007]** Die vorliegende Offenbarung soll das vorstehend beschriebene Problem lösen und weist als eine Hauptaufgabe auf, ein Steuerungsgerät für eine rotierende elektrische Maschine bereitzustellen, die die Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine ohne übermäßige Erhöhung bei der Bemessungsgröße jeweiliger Teile des Geräts effektiv erhöhen kann.

**[0008]** Die vorliegende Offenbarung stellt die nachfolgenden Mittel zum Lösen des vorstehend beschriebenen Problems bereit.

**[0009]** Ein erstes Mittel weist ein Steuerungsgerät zur Steuerung einer rotierenden elektrischen Maschine auf, wobei das Steuerungsgerät bei einem System angewendet wird, das die rotierende elektrische Maschine, eine Verdrahtung, eine Batterie, die mit der rotierenden elektrischen Maschine durch die Verdrahtung verbunden ist, und einen Obergrenzwerteinstellungsabschnitt aufweist, der einen Ausgabeobergrenzwert, der eine obere Grenze eines Ausgabebefehls für die rotierende elektrische Maschine ist, einstellt, und wobei das Steuerungsgerät aufweist: einen Temperaturbeschaffungsabschnitt, der die Temperatur der Batterie und/oder der Verdrahtung beschafft, einen Zulässigkeitsausgabewertberechnungsabschnitt, der einen zulässigen Ausgabewert berechnet, der die obere Grenze ist, die für einen Ausgabebefehl der rotierenden elektrischen Maschine zulässig ist, wobei die Berechnung auf der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafften Temperatur beruht, und einen Sendesabschnitt, der den durch den Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt berechneten zulässigen Ausgabewert zu dem Obergrenzwerteinstellungsabschnitt sendet.

**[0010]** Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration sind die rotierende elektrische Maschine und die Batterie durch die Verdrahtung verbunden, und stellt der Obergrenzwerteinstellungsabschnitt einen Ausgabeobergrenzwert ein, der eine obere Grenze eines Ausgabebefehls für die rotierende elektrische Maschine ist.

**[0011]** Die Temperatur der Batterie und/oder der Verdrahtung wird durch die Temperaturbeschaffungseinrichtung beschafft. Der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt berechnet dann einen zulässigen Ausgabewert, der die zulässige obere Grenze eines Ausgabebefehls für die rotierende elektrische Maschine ist, wobei die Berechnung auf der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafften Temperatur beruht. Somit kann der zulässige Ausgabewert der rotierenden elektrischen Maschine unter Berücksichtigung der Temperatur, der Batterie und/oder der Verdrahtung berechnet werden. Es sei bemerkt, dass es gleichermaßen möglich wäre, die erzeugte elektrische Leistung, die elektrische Antriebsleistung, den erzeugten Strom, den Antriebsstrom, das Antriebsdrehmoment, das Steuerungsdrehmoment und so weiter als den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine zu verwenden. Die zulässigen Ausgabewerte von diesen entsprechen einem zulässigen Wert eines Eingangs und einem zulässigen Wert einer Ausgabe der Batterie und entsprechen einem zulässigen Wert der Speisung der Verdrahtung.

**[0012]** Der durch den Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt berechnete zulässige Ausgabewert wird dann durch den Sendeabschnitt zu dem Obergrenzwerteinstellungsabschnitt gesendet. Somit kann der Obergrenzwerteinstellungsabschnitt den Ausgabeobergrenzwert für die rotierende elektrische Maschine durch Verwendung eines zulässigen Ausgabewerts einstellen, der die Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine und/oder der Verdrahtung berücksichtigt. Es wird somit möglich, den zulässigen Ausgabewert derart einzustellen, dass die Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine erhöht wird, während ebenfalls eine übermäßige Erhöhung der Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine oder der Verdrahtung verhindert wird. Als Ergebnis kann die effektive Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine erhöht werden, ohne dass eine übermäßig hohe Bemessung für die Batterie oder die Verdrahtung erforderlich ist.

**[0013]** Gemäß einem zweiten Mittel berechnet der Zulässigkeitswerteinstellungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine weiterhin auf der Grundlage einer Dauer, während der elektrische Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie eingegeben und ausgegeben wird.

**[0014]** Je länger die Dauer, während der elektrische Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie eingegeben und ausgegeben wird, ist, umso höher wird die Temperatur der Batterie und der Verdrahtung werden. In dieser Hinsicht wird mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration der zulässige Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine weiterhin auf der Grundlage

der Dauer berechnet, während der die Eingabe und die Ausgabe der elektrischen Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie fortgesetzt wird. Somit kann der zulässige Ausgabewert der rotierenden elektrischen Maschine geeigneter berechnet werden.

**[0015]** Gemäß einem dritten Mittel ist der Temperaturbeschaffungsabschnitt mit einem Strombeschaffungsabschnitt, der einen in der Verdrahtung fließenden Strom beschafft, und einem Temperaturschätzabschnitt versehen, der die Temperatur der Verdrahtung auf der Grundlage des durch den Strombeschaffungsabschnitt beschafften Stroms und des Widerstandswerts der Verdrahtung schätzt.

**[0016]** Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird der in der Verdrahtung fließende Strom durch den Strombeschaffungsabschnitt beschafft, und wird die Temperatur der Verdrahtung auf der Grundlage des beschafften Stroms und des Widerstandswerts der Verdrahtung geschätzt. Somit kann ein Sensor zur Erfassung der Temperatur der Verdrahtung weggelassen werden.

**[0017]** Gemäß einem vierten Mittel weist der Temperaturschätzabschnitt einen Spannungsabfallbeschaffungsabschnitt auf, der einen Spannungsabfall der Verdrahtung beschafft, und der Temperaturschätzabschnitt berechnet den Widerstandswert der Verdrahtung auf der Grundlage des durch den Strombeschaffungsabschnitt beschafften Stroms und des durch den Spannungsabfallbeschaffungsabschnitt beschafften Spannungsabfalls.

**[0018]** Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird der Widerstandswert der Verdrahtung auf der Grundlage des in der Verdrahtung fließenden Stroms und eines Spannungsabfalls der Verdrahtung berechnet. Somit kann der Widerstandswert der Verdrahtung genau berechnet werden, und kann die Temperatur der Verdrahtung genau geschätzt werden. Folglich kann der Ausgabegrenzwert der rotierenden elektrischen Maschine geeignet eingestellt werden.

**[0019]** Gemäß einem fünften Mittel sagt der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt einen zukünftigen Temperaturwert der Temperatur der Verdrahtung vorher, der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafft werden wird, und korrigiert den zulässigen Ausgabewert auf der Grundlage des vorhergesagten zukünftigen Werts.

**[0020]** Mit dieser Konfiguration wird ein zukünftiger Wert der Temperatur, der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafft werden wird, durch den Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt vorhergesagt. Da der zulässige Ausgabewert dann auf der Grundlage des zukünftigen Werts der Temperatur

korrigiert wird, kann der zulässige Ausgabewert unter Berücksichtigung des zukünftigen Werts der Temperatur geeignet berechnet werden.

**[0021]** Gemäß einem sechsten Mittel korrigiert der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt einen Parameter, der den zukünftigen Temperaturwert vorhersagt, wobei die Korrektur auf dem vorhergesagten zukünftigen Wert und auf dem Temperaturwert beruht, der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafft wird.

**[0022]** Wenn der Parameter, der den zukünftigen Wert der Temperatur vorhersagt, nicht geeignet ist, gibt es die Gefahr, dass die Genauigkeit der Vorhersage des zukünftigen Werts abgesenkt wird. In dieser Hinsicht wird mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration der Parameter, der den zukünftigen Wert der Temperatur vorhersagt, auf der Grundlage des vorhergesagten zukünftigen Werts und der Temperatur, die durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafft wird, korrigiert. Somit kann, wenn es eine Abweichung zwischen dem vorhergesagten zukünftigen Wert und der tatsächlichen Temperatur gibt, die Vorhersagegenauigkeit erhöht werden, indem der Parameter, der den zukünftigen Wert vorhersagt, korrigiert wird.

**[0023]** Gemäß einem siebten Mittel berechnet der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert derart, dass bewirkt wird, dass der zukünftige Temperaturwert niedriger als eine Solltemperatur wird.

**[0024]** Mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration wird der zulässige Ausgabewert derart berechnet, dass der vorhergesagte zukünftige Wert der Temperatur niedriger als eine Solltemperatur werden wird. Somit kann, wenn es gewünscht wird, die Temperatur eines Objekts niedriger als die Solltemperatur beizubehalten, der zulässige Ausgabewert derart berechnet werden, dass dieses Ergebnis erzielt wird.

**[0025]** Gemäß einem achten Mittel ist der Zulässigkeitsausgabewertberechnungsabschnitt mit einem Verschlechterungsbedingungsbeschaffungsabschnitt versehen, der eine Bedingung einer Verschlechterung eines Objekts beschafft, für das die Temperatur beschafft wird, und korrigiert den zulässigen Ausgabewert auf der Grundlage der Bedingung der Verschlechterung, die durch den Verschlechterungsbedingungsbeschaffungsabschnitt beschafft wird.

**[0026]** Wenn die Ausgabe der rotierenden elektrischen Maschine erhöht wird, wenn es eine fortgeschrittene Verschlechterung eines Objekts gibt, für das die Temperatur beschafft wird, gibt es dann eine Gefahr, dass die Verschlechterung weiter fortschreitet. In dieser Hinsicht kann mit der vorstehend be-

schriebenen Konfiguration der zulässige Ausgabewert geeignet korrigiert werden, indem die Bedingung der Verschlechterung des Objekts, für das die Temperatur beschafft wird, berücksichtigt wird.

**[0027]** Gemäß einem neunten Mittel beschafft der Temperaturbeschaffungsabschnitt die Temperatur der Batterie, und wenn die durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschaffte Temperatur niedriger als eine vorgegebene Temperatur ist, berechnet der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert derart, dass er größer als ein vorgegebener zulässiger Wert ist.

**[0028]** Wenn die Temperatur der Batterie niedriger als ein vorgegebener Wert ist, besteht die Gefahr, dass die Batterie keine ausreichende Leistungsfähigkeit aufweisen kann. In dieser Hinsicht wird mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration, wenn die Temperatur der Batterie niedriger als der vorgegebene Wert ist, der zulässige Ausgabewert derart berechnet, dass er größer als ein vorgegebener Ausgabewert ist. Somit kann die elektrische Leistung, die zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie eingegeben und ausgegeben wird, erhöht werden, und kann ein Anstieg der Temperatur der Batterie unterstützt werden. Somit kann das Leistungsvermögen der Batterie bald gewährleistet werden.

**[0029]** Gemäß einem zehnten Mittel berechnet der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den Wirkungsgrad der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie nach einer vorgegebenen Zeit und korrigiert den zulässigen Ausgabewert derart, dass der Wirkungsgrad maximiert wird.

**[0030]** Der Wirkungsgrad der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie variiert entsprechend den Bedingungen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie. Während einer kontinuierlichen Durchführung elektrischer Leistungserzeugung oder eines Antriebs durch die rotierende elektrische Maschine kann Energie effizienter verwendet werden, indem bewirkt wird, dass der Wirkungsgrad ein Maximum nach Verstreichen einer vorgegebenen Zeit erreicht, als durch zeitweiliges Maximieren der Ausgabe. In dieser Hinsicht wird mit der vorstehend beschriebenen Konfiguration der Wirkungsgrad, der für die Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie nach Verstreichen einer vorbestimmten Zeit erzielt werden wird, berechnet, und wird der zulässige Ausgabewert derart korrigiert, dass dieser Wirkungsgrad maximiert wird. Somit kann nicht nur die effektive Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine erhöht werden, sondern kann Energie ebenfalls effektiv genutzt werden.

## Figurenliste

**[0031]** Die vorstehend beschriebenen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden anhand der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen verdeutlicht. In den Zeichnungen zeigen:

**Fig. 1** eine allgemeine Darstellung eines fahrzeugeigenen Systems;

**Fig. 2** ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs einer rotierenden elektrischen Maschine;

**Fig. 3** ein Flussdiagramm eines Ablaufs zur Berechnung eines zulässigen Eingangswerts für eine Batterie;

**Fig. 4** ein Kennfeld, das eine Beziehung zwischen einer Ladedauer, einer Batterietemperatur und einer zulässigen Eingangsleistung veranschaulicht;

**Fig. 5** ein Kennfeld, das eine Beziehung zwischen einer Leistungserzeugungsdauer, einer Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine und einer zulässigen Ausgangsleistung veranschaulicht;

**Fig. 6** ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs für eine Kabelbaumtemperaturschätzung;

**Fig. 7** ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Berechnung eines oberen Grenzwerts eines Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

**Fig. 8** ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Berechnung eines oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und einem dritten Ausführungsbeispiel;

**Fig. 9** ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Berechnung eines oberen Grenzwerts eines Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel;

**Fig. 10** ein Kennfeld, das eine Beziehung zwischen einer Temperaturerhöhung, einer Ladedauer und einer zulässigen Ausgangsleistung veranschaulicht;

**Fig. 11** ein Flussdiagramm eines Verarbeitungsablaufs zur Berechnung eines oberen Grenzwerts eines Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel;

**Fig. 12** ein Kennfeld, das eine Beziehung zwischen Fahrzeuggeschwindigkeit, Neigung und einer Regenerationsdauer veranschaulicht;

**Fig. 13** eine allgemeine Darstellung, die ein modifiziertes Beispiel eines fahrzeugeigenen Systems veranschaulicht; und

**Fig. 14** eine allgemeine Darstellung, die ein anderes modifiziertes Beispiel für ein fahrzeugeigenes System veranschaulicht.

[Beschreibung von Ausführungsbeispielen]

(Erstes Ausführungsbeispiel)

**[0032]** Nachstehend ist ein erstes Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, das als ein Steuerungsgerät verwirklicht ist, das bei einem fahrzeugeigenen System angewendet wird, das eine rotierende elektrische Maschine und eine Batterie aufweist.

**[0033]** Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, wird in einem fahrzeugeigenen System **100** (das einem System entspricht), wenn eine rotierende elektrische Maschine **12** als ein Alternator (elektrischer Generator) fungiert, der Ausgangswechselstrom durch einen Wechselrichter **14** gleichgerichtet und wird elektrische Leistung der Batterie **10** zugeführt. Wenn demgegenüber die rotierende elektrische Maschine **12** als ein Motor (Elektromotor) fungiert, wird elektrische Leistung, die aus der Batterie **10** zugeführt wird, in Wechselstrom umgewandelt. Die Batterie ist beispielsweise eine Blei-Säure-Batterie mit einer Anschlussspannung von angenähert 12 V.

**[0034]** Der Wechselrichter **14** ist aus einem U-Phasen-Modul **20u**, einem V-Phasen-Modul **20v** und einem W-Phasen-Modul **20w** konfiguriert. Diese Module **20u**, **20v**, **20w** des Wechselrichters **14** sind jeweils mit einer U-Phasen-Wicklung **31u**, einer V-Phasen-Wicklung **31v** und einer W-Phasen-Wicklung **31w** verbunden, die an dem Stator **30** der rotierenden elektrischen Maschine **12** gewickelt sind.

**[0035]** Das U-Phasen-Modul **20u** ist mit einem U-Phasen-Oberzweigschaltelement **21u** und einem U-Phasen-Untierzweigschaltelement **22u** ausgerüstet, die MOSFETs sind. Die Source-Elektrode des U-Phasen-Oberzweigschaltelements **21u** und die Drain-Elektrode des U-Phasen-Untierzweigschaltelements **22u** sind verbunden, und ein erstes Ende der U-Phasen-Wicklung **31u** ist mit dem Verbindungspunkt von diesen verbunden. Demgegenüber ist das zweite Ende der U-Phasen-Wicklung **31u** mit einem Neutralpunkt **32** verbunden. Weiterhin ist die Drain-Elektrode des U-Phasen-Oberzweigschaltelements **21u** mit dem positiven Anschluss der Batterie **10** verbunden, wohingegen die Source-Elektrode des U-Phasen-Oberzweigschaltelements **21u** mit Masse verbunden ist. Eine U-Phasen-Oberzweigdiode **23u** und eine U-Phasen-Untierzweigdiode **24u** sind jeweils parallel zu dem U-Phasen-Oberzweigschaltelement **21u** und dem U-Phasen-Untierzweig-

schaltelement **22u** in entgegengesetzten Richtungen verbunden. Öffnen und Schließen des U-Phasen-Oberzweigschaltelements **21u** und des U-Phasen-Unterzweigschaltelements **22u** wird durch die U-Phasen-Antriebsschaltung **25u** gesteuert.

**[0036]** Das U-Phasen-Modul **20u** ist weiterhin mit einer U-Phasen-Oberzweigtemperaturerfassungsdioden **26u** und einer U-Phasen-Unterzweigtemperaturerfassungsdioden **27u** ausgerüstet. Die U-Phasen-Oberzweigtemperaturerfassungsdioden **26u** ist nahe an dem U-Phasen-Oberzweigschaltelement **21u** angebracht, und kann Änderungen in der Temperatur erfassen, die durch Erwärmen des U-Phasen-Oberzweigschaltelements **21u** verursacht werden. Gleichermaßen ist die U-Phasen-Unterzweigtemperaturerfassungsdioden **27u** nahe an dem U-Phasen-Unterzweigschaltelement **22u** installiert, um Änderungen in der Temperatur zu erfassen, die durch Erwärmen des U-Phasen-Unterzweigschaltelements **22u** verursacht werden. Die Ausgabewerte aus der U-Phasen-Oberzweigtemperaturerfassungsdioden **26u** und der U-Phasen-Unterzweigtemperaturerfassungsdioden **27u** werden in die U-Phasen-Antriebsschaltung **25u** eingegeben.

**[0037]** Die Konfigurationen des V-Phasen-Moduls **20v** und des W-Phasen-Moduls **20w** sind die gleichen wie bei dem U-Phasen-Modul **20u**, und die Art der Verschaltung des V-Phasen-Moduls **31v** und des W-Phasen-Moduls **31w** sind die gleichen wie bei dem U-Phasen-Modul **20u**, so dass die Beschreibung entfällt. Im Wesentlichen sind die rotierende elektrische Maschine **12** und die Batterie **10** durch den Kabelbaum **16** (der der Verdrahtung entspricht) verbunden. Ein Stromsensor **51** (der einem Strombeschaffungsabschnitt entspricht) ist mit dem Kabelbaum **16** zur Erfassung des Stroms **I** verbunden, der in dem Kabelbaum **16** (der rotierenden elektrischen Maschine **12**, der Batterie **10**) fließt. Weiterhin ist der Kabelbaum **16** mit einem Spannungssensor **52** verbunden, der die Spannung an den Eingangs-/Ausgangsanschlüssen des Wechselrichters **14** erfasst, und ist mit einem Spannungssensor **53** verbunden, der die Spannung an dem Eingangsanschluss der Batterie **10** erfasst. Der Spannungssensor **52** und der Spannungssensor **53** bilden einen Spannungsabfallbeschaffungsabschnitt, der den Spannungsabfall  $\Delta V$  in dem Kabelbaum **16** beschafft. Ein Temperatursensor **54**, der die Temperatur der Batterie **10** erfasst, ist an der Batterie **10** angebracht.

**[0038]** Das U-Phasen-Modul **20u** ist mit einem U-Phasen-Verbindungsanschluss **28u** zum Kommunizieren mit dem V-Phasen-Modul **20v** und dem W-Phasen-Modul **20w** ausgerüstet. Gleichermaßen sind das V-Phasen-Modul **20v** und das W-Phasen-Modul **20w** jeweils mit einem V-Phasen-Verbindungsanschluss **28v** und einem W-Phasen-Verbindungsanschluss **28w** verbunden. Die U-Phasen-

Antriebsschaltung **25u**, die V-Phasen-Antriebsschaltung **25v** und die W-Phasen-Antriebsschaltung **25w** sind jeweils zur Kommunikation über den U-Phasen-Verbindungsanschluss **28u**, den V-Phasen-Verbindungsanschluss **28v** und den W-Phasen-Verbindungsanschluss **28w** verbunden. Weiterhin ist ein Stellerverbindungsanschluss **29w** an dem W-Phasen-Modul **20w** vorgesehen, und die W-Phasen-Antriebsschaltung **25w** ist zur Ermöglichung von Kommunikation mit dem Steller **40** über diesen Stellerverbindungsanschluss **29w** verbunden.

**[0039]** Der Steller **40** ist aus einem Feldschaltelement **41**, einer Diode **42** und einem Steuerungsabschnitt **43** konfiguriert. Der Steller **40** steuert den Zustand der Speisung der Feldwicklung **50** des Rotors. Das Feldschaltelement **41** ist beispielsweise ein Leistungs-MOSFET, bei dem die Drain-Elektrode mit dem positiven Anschluss der Batterie **10** verbunden ist und die Source-Elektrode mit der Kathode der Diode **42** verbunden ist. Die Anode der Diode **42** ist mit Masse verbunden. Der Verbindungspunkt des Feldschaltelements **41** und der Diode **42** ist mit einem Ende der Feldwicklung **50** verbunden, und das andere Ende der Feldwicklung **50** ist mit Masse verbunden. Der geöffnete und geschlossene Zustand des Feldschaltelements **41** wird durch den Steuerungsabschnitt **43** (der einem Abschnitt zur Steuerung der rotierenden elektrischen Maschine entspricht) gesteuert. Insbesondere variiert der Steuerungsabschnitt **43** den Tastgrad, der den Anteil eines Speisungsintervalls in einer Steuerungsperiode (festen Periode) ausdrückt.

**[0040]** Der Steuerungsabschnitt **43** ist über den Modulverbindungsanschluss **44** mit dem Stellerverbindungsanschluss **29w** des W-Phasen-Moduls **20w** verbunden und kommuniziert mit der W-Phasen-Antriebsschaltung **25w**. Der Steuerungsabschnitt **43** sendet Antriebsbefehle der Schaltelemente **21u**, **22u**, **21v**, **22v**, **21w**, **22w** zu der W-Phasen-Antriebsschaltung **25w**. Insbesondere legt der Steuerungsabschnitt **43** für jedes der Schaltelemente **21u**, **22u**, **21v**, **22v**, **21w**, **22w** der jeweiligen Phasenwicklungen, in die Strom eingegeben wird, diejenigen fest, für die der obere Zweig oder der untere Zweig EIN zu setzen ist. Die W-Phasen-Antriebsschaltung **25w** treibt das W-Phasen-Oberzweigschaltelement **21w** und das W-Phasen-Unterzweigschaltelement **22w** auf der Grundlage der Antriebsbefehle an. Weiterhin werden die Antriebsbefehle zu dem U-Phasen-Modul **20u** und zu dem V-Phasen-Modul **20v** gesendet. Es sei bemerkt, dass es gleichermaßen möglich wäre, dass die Beurteilung, welcher der Oberzweigschaltelemente **21u**, **21v**, **21w** und der Unterzweigschaltelemente **22u**, **22v**, **22w** EIN zu setzen ist, durch die Antriebsschaltungen **25u**, **25v**, **25w** der jeweiligen Phasen ausgeführt wird.

**[0041]** Zusätzlich erhält die W-Phasen-Antriebsschaltung **25w** Erfassungswerte aus jeder der Tem-

peraturerfassungsdioden **26u**, **27u**, **26v**, **27v**, **26w**, **27w** und gibt diese Erfassungswerte zu dem Steuerungsabschnitt **43** aus. Der Steuerungsabschnitt **43** sendet und empfängt Signale zu/aus der ECU **60**, die ein höherrangiger Steuerungsabschnitt ist. Die ECU **60** ist eine Maschinen-ECU, die die Kraftmaschine des Fahrzeugs steuert, oder eine Leistungsverwaltungs-ECU, die eine Gesamtsteuerung der elektrischen Energie des Fahrzeugs durchführt.

**[0042]** Nachstehend ist eine Regenerationssteuerung, die durch das fahrzeugeigene System **100** ausgeführt wird, unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von **Fig. 2** beschrieben. Dieser Verarbeitungsablauf wird wiederholt zu festen Perioden ausgeführt.

**[0043]** Zunächst beurteilt die ECU **60** auf der Grundlage des Zustands des Fahrzeugs und der Ladeanforderung der Batterie **10**, ob eine Durchführung einer Regeneration anzufordern ist oder nicht (Schritt **S11**). Wenn es keine Regenerationsanforderung gibt (**S11**: NEIN), wird der Verarbeitungsablauf beendet.

**[0044]** Wenn es demgegenüber eine Anforderung zur Durchführung einer Regeneration gibt (**S11**: JA), berechnet die ECU **60** dann einen elektrischen Leistungserzeugungsbefehlswert auf der Grundlage einer Bremsdrehmomentanforderung und der Ladeanforderung der Batterie **10**, der Bedingung einer elektrischen Last usw. (**S12**).

**[0045]** Danach erhält der Steuerungsabschnitt **43** den zulässigen Eingangswert für die Batterie **10** (**S13**). Diese Verarbeitung von Schritt **S13** ist der Ablauf, der durch den Steuerungsabschnitt **43** ausgeführt wird, der in dem Flussdiagramm von **Fig. 3** gezeigt ist.

**[0046]** Wie es in **Fig. 3** gezeigt ist, erfasst zunächst der Temperatursensor **54** (der einem Temperaturbeschaffungsabschnitt entspricht) die Temperatur der Batterie **10** (**S131**). Auf der Grundlage der erfassten Temperatur der Batterie **10** wird der zulässige Eingangswert für die Batterie **10** berechnet, der eine obere Grenze des zulässigen Eingangs in die Batterie **10** ist (**S132**). Insbesondere werden, wie es in dem Kennfeld von **Fig. 4** gezeigt ist, die Ladedauer der Batterie **10** unter einer Regenerationssteuerung und die Temperatur der Batterie **10** in das Kennfeld von **Fig. 4** eingegeben, um die zulässige Eingangsleistung für die Batterie **10** (Grundwert der zulässigen Eingangsleistung) als einen zulässigen Eingangswert zu berechnen. Mit dem Kennfeld von **Fig. 4** wird, je länger die Ladedauer ist, umso kleiner die zulässige Eingangsleistung, und wird, je höher die Temperatur der Batterie **10** ist, die zulässige Eingangsleistung umso kleiner.

**[0047]** Die zulässige Eingangsleistung der Batterie **10** wird auf der Grundlage einer Vorhersage der Temperatur der Batterie korrigiert (**S133**). Insbesondere werden die gegenwärtige Temperatur der Batterie **10**, die Umgebungstemperatur um die Batterie **10** und der Ladestrom der Batterie **10** usw. in einem Kennfeld oder einer Gleichung angewendet, um die zukünftige Temperatur der Batterie **10** vorherzusagen. Der zulässige Eingangswert der Batterie wird dann auf der Grundlage dieses vorhergesagten Werts korrigiert. Beispielsweise wird, je höher der vorhergesagte zukünftige Wert ist, umso kleiner der zulässige Batterieeingangswert als Ergebnis der Korrektur.

**[0048]** Wenn der Parameter, der den zukünftigen Wert der Temperatur vorhersagt, nicht geeignet ist, besteht eine Gefahr, dass die Genauigkeit der Vorhersage des zukünftigen Werts abgesenkt wird. Aus diesem Grund wird eine Korrektur an dem Parameter (Kennfeld, Koeffizient einer Gleichung usw.) angewendet, der den zukünftigen Wert der Temperatur vorhersagt, wobei die Korrektur auf der vorhergesagten zukünftigen Temperatur und der Temperatur basiert, die durch den Temperatursensor **54** erfasst wird. Insbesondere wird, wenn die vorhergesagte zukünftige Temperatur und die Temperatur, die danach erfasst wird, voneinander abweichen, der Parameter derart korrigiert, dass die Abweichung unterdrückt wird.

**[0049]** Als Nächstes wird eine Beurteilung durchgeführt, ob es eine Verschlechterung der Batterie **10** gibt (**S134**). Insbesondere wird die Entscheidung, ob es eine Verschlechterung der Batterie **10** gibt, unter Verwendung eines bekannten Verfahrens einer Verschlechterungsmessung getroffen, die auf dem Innenwiderstand der Batterie **10** beruht (**S134**). Wenn beurteilt wird, dass es eine Verschlechterung der Batterie **10** gibt (**S134**: JA), wird dann eine Korrektur an dem zulässigen Eingangswert für die Batterie auf der Grundlage des Zustands der Verschlechterung angewendet (**S135**). Wenn es beispielsweise eine fortgeschrittene Verschlechterung der Batterie **10** gibt, wird, wenn die Ausgangsleistung der rotierenden elektrischen Maschine **12** erhöht wird, eine Gefahr bestehen, dass die Verschlechterung weiter fortschreiten wird. Aus diesem Grund wird, je größer der Grad des Fortschreitens der Verschlechterung der Batterie **10** ist, der zulässige Eingangswert für die Batterie umso kleiner gemacht.

**[0050]** Danach wird eine Entscheidung getroffen, ob die Temperatur der Batterie **10** niedriger als eine vorgegebene Temperatur ist (**S136**). Wenn beispielsweise die Temperatur der Batterie **10** niedriger als die vorgegebene Temperatur (0° usw.) ist, besteht eine Gefahr, dass die Batterie **10** nicht ausreichende Leistungsfähigkeit bereitstellen kann. Aus diesem Grund wird, wenn die Temperatur der Batterie **10**, die durch den Temperatursensor **54** erfasst wird, nied-

riger als die vorgegebene Temperatur ist, ein zulässiger Ausgabewert, der der obere Grenzwert der zulässigen Ausgabe aus der Batterie **10** ist, derart berechnet, dass er größer als ein vorgegebener Wert dieser zulässigen Ausgabe ist. Der vorgegebene zulässige Wert könnte auf der Grundlage eines Kennfelds berechnet werden, das Beziehungen zwischen der Temperatur der Batterie **10** und Korrekturwerten definiert, oder könnte ein fester Wert sein, der derart vorbestimmt ist, dass er die Temperatur der Batterie **10** schnell erhöht. Dieser Verarbeitungsablauf wird dann zeitweilig beendet (ENDE). Die Verarbeitung von Schritt **S131** entspricht einer Verarbeitung, die als ein Temperaturbeschaffungsabschnitt ausgeführt wird, und die Verarbeitung von Schritt **S134** entspricht einer Verarbeitung, die als ein Verschlechterungsbedingungsbeschaffungsabschnitt ausgeführt wird.

**[0051]** Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** erhält der Steuerungsabschnitt **43** einen zulässigen Ausgabewert, der der Grenzwert der zulässigen Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** ist (**S14**). Insbesondere werden die Dauer der Regeneration durch die rotierende elektrische Maschine **12** und die Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine **12** bei dem in **Fig. 5** gezeigten Kennfeld angewendet, um den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine **12** als eine zulässige Ausgangsleistung zu berechnen. Mit dem Kennfeld von **Fig. 5** wird, je kürzer die Dauer der Regeneration durch die rotierende elektrische Maschine ist, die zulässige Ausgangsleistung umso kleiner, und wird, je höher die Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine **12** ist, umso kleiner die zulässige Ausgangsleistung. Die Erfassungswerte der Temperaturerfassungsdioden **26u**, **27u**, **26v**, **27v**, **26w**, **27w** können als die Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine **12** verwendet werden, oder es wäre gleichermaßen möglich, die Temperatur des Stators **30** usw. zu erfassen.

**[0052]** Als Nächstes wird ein zulässiger Speisungswert erhalten, der der obere Grenzwert zur Eingabe in den Kabelbaum **16** ist (**S15**). Insbesondere wird der zulässige Speisungswert, der der obere Grenzwert zur Eingabe in den Kabelbaum **16** ist, durch Anwenden der Dauer der Speisung des Kabelbaums **16** und der Temperatur des Kabelbaums **16** bei einem Kennfeld erhalten, das von der gleichen Form wie diejenigen von **Fig. 4** und **Fig. 5** ist. Es sei bemerkt, dass, wenn der Kabelbaum **16** eine Sicherung aufweist, es gleichermaßen möglich wäre, die Kapazität der Sicherung bei der Berechnung des zulässigen Speisungswerts für den Kabelbaum **16** zu berücksichtigen.

**[0053]** Der Verarbeitungsablauf zum Schätzen der Temperatur des Kabelbaums **16** ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von **Fig. 6** beschrieben.

Dieser Verarbeitungsablauf wird wiederholt durch den Steuerungsabschnitt **43** zu festen Perioden ausgeführt.

**[0054]** Zunächst wird der Strom, der in dem Kabelbaum **16** fließt, erhalten (**S151**). Insbesondere wird der Strom **I**, der in dem Kabelbaum **16** fließt, mittels des Stromsensors **51** erfasst.

**[0055]** Danach wird auf der Grundlage des erfassten Stroms **I** und des Widerstandswerts **R** des Kabelbaums **16** die Wärmeenergieerzeugungsmenge **Q** des Kabelbaums **16** berechnet (**S152**). Insbesondere wird die Wärmeenergieerzeugungsmenge **Q** unter Verwendung der Gleichung berechnet:  $Q = \text{Widerstandswert } R \times \text{Strom } I^2 \times \text{Zeit } t$ . Der Widerstandswert **R** wird auf der Grundlage des in dem Kabelbaum **16** fließenden Stroms **I** und des Spannungsabfalls  $\Delta V$  in dem Kabelbaum **16** berechnet. Das heißt, dass der Widerstandswert **R** durch Verwendung der Gleichung erhalten wird:  $\text{Widerstandswert } R = \text{Spannungsabfall } \Delta V / \text{Strom } I$ . Der Spannungsabfall  $\Delta V$  ist die Differenz zwischen der Spannung an dem Eingangs-/Ausgangsanschluss des Wechselrichters **14**, die durch den Spannungssensor **52** erfasst wird, und einer Spannung an einem Eingangs-/Ausgangsanschluss der Batterie **10**, die durch den Spannungssensor **53** erfasst wird.

**[0056]** Danach wird auf der Grundlage der Anfangstemperatur und der Wärmeenergieerzeugungsmenge **Q** des Kabelbaums **16** und der Umgebungstemperatur die gegenwärtige Temperatur des Kabelbaums **16** geschätzt (**S153**). Als die Anfangstemperatur wird die Umgebungstemperatur um den Kabelbaum **16** genommen. Insbesondere wird die Temperatur des Kabelbaums **16** durch Verwendung eines bekannten Verfahrens der Temperaturschätzung geschätzt, die auf einer Wärmeleitungsgleichung usw. beruht. Es sei bemerkt, dass die Genauigkeit der Schätzung der Temperatur des Kabelbaums **16** verbessert werden könnte, indem die Wirkungen von Luftströmungen berücksichtigt werden, die durch die Fahrzeugfahrt verursacht werden oder durch Lüfter usw. erzeugt werden. Der Verarbeitungsablauf wird dann beendet. Die Verarbeitung von **S13** bis **S15** entspricht einer Verarbeitung, die als ein Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt ausgeführt wird, wohingegen die Verarbeitung von **S151** bis **S153** einer Verarbeitung entspricht, die als ein Temperaturschätzabschnitt (Temperaturbeschaffungsabschnitt) ausgeführt wird. Weiterhin wäre es gleichermaßen möglich, die Temperatur des Kabelbaums **16** durch Verwendung eines Temperatursensors zu erfassen.

**[0057]** Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** berechnet die ECU **60** die Grenze des zulässigen Werts der elektrischen Leistungserzeugung als den oberen Grenzwert des Leistungserzeugungsbefehls auf der Grundlage der jeweiligen zulässigen Werte für die



Batterie **10**, die rotierende elektrische Maschine **12** und den Kabelbaum **16**. Die jeweiligen zulässigen Werte für die Batterie **10**, die rotierende elektrische Maschine **12** und den Kabelbaum **16** werden durch den Steuerungsabschnitt **43** zu der ECU **60** gesendet. Die Sendeverarbeitung entspricht einer Verarbeitung, die als ein Sendabschnitt ausgeführt wird. Diese Verarbeitung S16 wird durch die ECU **60** durch den Ablauf des Flussdiagramms von **Fig. 7** ausgeführt.

**[0058]** Zunächst wird die zulässige erzeugte Leistung [W] auf der Grundlage des zulässigen Ausgabe-werts [W] für die rotierende elektrische Maschine **12**, des zulässigen Eingangswerts [W] für die Batterie **10** und des zulässigen Speisungswerts [W] für den Kabelbaum **16** berechnet (**S161**). Insbesondere wird der kleinste des zulässigen Ausgabewerts für die rotierende elektrische Maschine **12**, des zulässigen Eingangswerts [W] für die Batterie **10** und des zulässigen Speisungswerts [W] für den Kabelbaum **16** die zulässige erzeugte Leistung [W] (die einem Ausgabeobergrenzwert entspricht). Das heißt, dass der Ausgabeobergrenzwert auf der Grundlage der zulässigen Ausgabewerte (zulässigen Eingangswerte) eingestellt wird, die als eine Befehlsempfangsseite empfangen werden, und gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird der Ausgabeobergrenzwert als der unterste der jeweiligen zulässigen Werte (die den zulässigen Ausgabewerten entsprechen) für die Objekte eingestellt, deren Temperaturen beschafft werden.

**[0059]** Danach wird auf der Grundlage der zulässigen erzeugten Leistung [W] der zulässige Wert des Leistungserzeugungsdrehmoments als der obere Grenzwert eines Leistungserzeugungsdrehmomentbefehls berechnet (**S162**). Insbesondere wird der obere Grenzwert des Leistungserzeugungsdrehmoments [Nm] unter Verwendung der Gleichung berechnet: oberer Grenzwert des Leistungserzeugungsdrehmoments [Nm] = zulässige erzeugte Leistung [W] / Drehzahl [rad/s] × Leistungserzeugungsfaktor (%). Die Drehzahl [rad/s] ist die Drehzahl der rotierenden elektrischen Maschine **12**. Der Leistungserzeugungsfaktor (%) ist die Rate, mit der die rotierende elektrische Maschine **12** kinetische Energie in elektrische Energie umwandelt, wenn Regeneration durchgeführt wird. Es sei bemerkt, dass dies nicht auf die vorstehend beschriebene Gleichung begrenzt ist, und dass es gleichermaßen möglich wäre, ein Kennfeld usw. zur Umwandlung der zulässigen erzeugten Leistung [W] in einem oberen Grenzwert des Leistungserzeugungsdrehmoments [Nm] zu verwenden. Dieser Verarbeitungsablauf wird dann beendet. Die Verarbeitung von Schritt **S16** entspricht einer Verarbeitung, die als ein Obergrenzwerteinstellungsabschnitt ausgeführt wird.

**[0060]** Unter erneuter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschränkt die ECU **60** den Leistungserzeugungs-

befehlswert durch einen Leistungserzeugungsbefehlsobergrenzwert (S17). Insbesondere wird der kleinste des Leistungserzeugungsbefehlswerts und des Leistungserzeugungsbefehlsobergrenzwerts als ein neuer Leistungserzeugungsbefehlswert eingestellt. Danach führt die ECU **60** eine Regeneration durch die rotierende elektrische Maschine **12** auf der Grundlage des Leistungserzeugungsbefehlswerts, der eingestellt worden ist, durch (**S18**). Insbesondere wird der Tastgrad, der den Speisungszustand der Feldwicklung **50** steuert, durch den Steuerungsabschnitt **43** derart geändert, dass bewirkt wird, dass die rotierende elektrische Maschine **12** den Leistungsbefehlswert erzeugt. Es sei bemerkt, dass der Leistungserzeugungsbefehlswert nicht darauf begrenzt ist, das Leistungserzeugungsdrehmoment zu sein, und es wäre gleichermaßen möglich, die Leistungserzeugungsspannung, den Leistungserzeugungssstrom, den Feldstrom, den Feldtastgrad usw. zu verwenden. Dieser Verarbeitungsablauf wird dann beendet (ENDE).

**[0061]** Das vorstehend ausführlich beschriebene Ausführungsbeispiel weist die nachfolgenden Vorteile auf.

**[0062]** Die Temperaturen der Batterie **10**, der rotierenden elektrischen Maschine **12** und des Kabelbaums **16** werden beschafft. Der zulässige Ausgabe-wert aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** wird dann für jedes der Objekte berechnet, deren Temperatur beschafft wird, wobei die Berechnung auf den beschafften Temperaturen beruht. Aus diesem Grund kann der zulässige Ausgabewert aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** unter Berücksichtigung der Temperaturen der Batterie **10**, der rotierenden elektrischen Maschine **12** und des Kabelbaums **16** berechnet werden.

**[0063]** Der Steuerungsabschnitt **43** sendet die zulässigen Werte, die für die jeweiligen Objekte berechnet worden sind, zu der ECU **60**. Somit kann die ECU **60** den Ausgabeobergrenzwert (zulässige erzeugte Leistung) für die rotierende elektrische Maschine **12** auf der Grundlage der zulässigen Ausgabewerte für die Batterie **10**, die rotierende elektrische Maschine **12** und den Kabelbaum **16** einstellen. Dementsprechend wird es ermöglicht, einen übermäßigen Temperaturanstieg der Batterie **10**, der rotierenden elektrischen Maschine **12** oder des Kabelbaums **16** zu verhindern, während es ebenfalls ermöglicht wird, den Ausgabeobergrenzwert derart einzustellen, dass die Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** erhöht wird.

**[0064]** Der Ausgabeobergrenzwert für die rotierende elektrische Maschine **12** kann in geeigneter Weise als der optimale Ausgabeobergrenzwert für das gesamte fahrzeugeigene System **100** unter Berücksichtigung der zulässigen Ausgabewerte für die rotierende elek-

trische Maschine **12**, die Batterie **10** und den Kabelbaum **16** eingestellt werden. Als Ergebnis kann die effektive Ausgangsleistung aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** erhöht werden, ohne dass übermäßig erhöhte Leistungsfähigkeiten der Batterie **10** und des Kabelbaums **16** erforderlich sind.

**[0065]** Der zulässige Ausgabewert aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** wird auf der Grundlage der Dauer der Eingabe und Ausgabe von elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** berechnet. Als Ergebnis kann der zulässige Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine **12** geeigneter berechnet werden.

**[0066]** Der in dem Kabelbaum **16** fließende Strom wird mittels des Stromsensors **51** beschafft, und die Temperatur des Kabelbaums **16** wird auf der Grundlage des beschafften Werts des Stroms und des Widerstandswerts des Kabelbaums **16** beschafft. Aus diesem Grund wird es möglich, einen Temperatursensor für den Kabelbaum **16** wegzulassen.

**[0067]** Der Widerstandswert des Kabelbaums **16** wird auf der Grundlage des in dem Kabelbaum **16** fließenden Stroms und auf einem erhaltenen Spannungsabfall in dem Kabelbaum **16** berechnet. Als Ergebnis kann der Widerstandswert des Kabelbaums **16** genau berechnet werden, und kann die Temperatur des Kabelbaums **16** genau berechnet werden. Im Gegenzug kann der zulässige Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine **12** in geeigneter Weise berechnet werden, und kann der Ausgabeobergrenzwert aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** in geeigneter Weise durch Verwendung dieses zulässigen Ausgabewerts eingestellt werden.

**[0068]** Die gegenwärtige Temperatur der Batterie **10**, die Umgebungstemperatur im Umfeld der Batterie **10** und der Ladestrom der Batterie **10** usw. werden bei einem Kennfeld oder einer Gleichung angewendet, um den zukünftigen Temperaturwert der Batterie **10** vorherzusagen. Da der zulässige Ausgabewert auf der Grundlage der vorhergesagten zukünftigen Temperatur korrigiert wird, kann der zulässige Ausgabewert unter Berücksichtigung des zukünftigen Temperaturwerts geeigneter berechnet werden.

**[0069]** Der Parameter, der zur Vorhersage des zukünftigen Werts verwendet wird, wird auf der Grundlage der vorhergesagten zukünftigen Temperatur und des Temperaturwerts korrigiert, der mittels des Temperatursensors **54** beschafft wird. Als Ergebnis kann, wenn es eine Abweichung zwischen dem vorhergesagten zukünftigen Wert und dem tatsächlichen Temperaturwert gibt, die Genauigkeit der Vorhersage des zukünftigen Werts erhöht werden, indem der Parameter, der in dieser Vorhersage verwendet wird, korrigiert wird.

**[0070]** Es wird der Zustand der Verschlechterung für ein Objekt (beispielsweise die Batterie **10**) erhalten, dessen Temperatur beschafft wird. Der zulässige Ausgabewert kann dann in geeigneter Weise unter Berücksichtigung des Zustands der Verschlechterung des Objekts, dessen Temperatur beschafft wird, korrigiert werden.

**[0071]** Wenn die Temperatur der Batterie **10** niedriger als eine vorgegebene Temperatur ist, wird dann der zulässige Ausgabewert derart berechnet, dass er größer als ein vorgegebener zulässiger Wert wird. Die Leistung, die in die/aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** und in die/aus der Batterie **10** eingegeben und ausgegeben wird, kann dadurch erhöht werden, und der Temperaturanstieg der Batterie **10** kann unterstützt werden. Somit kann die Leistungsfähigkeit der Batterie **10** zeitnah gewährleistet werden.

**[0072]** Der niedrigste der jeweiligen zulässigen Ausgabewerte der Objekte wird als der Ausgabeobergrenzwert eingestellt. Somit kann für alle der Objekte eine übermäßige Temperaturerhöhung verhindert werden.

**[0073]** Die nachfolgenden Modifikationen könnten für das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel umgesetzt werden.

**[0074]** Es wäre gleichermaßen für den Steuerungsabschnitt **43** möglich, den zulässigen Eingangswert für die Batterie **10** derart zu berechnen, dass bewirkt wird, dass der vorhergesagte zukünftige Temperaturwert der Batterie **10** niedriger als eine Solltemperatur wird. Mit einer derartigen Konfiguration kann, wenn es erforderlich ist, die Temperatur der Batterie **10** auf unterhalb der Solltemperatur beizubehalten, der zulässige Eingangswert derart berechnet werden, dass diese Wirkung erhalten wird. Es sei bemerkt, dass dies nicht auf die Batterie **10** begrenzt ist, und es wäre gleichermaßen möglich, zu bewirken, dass der vorhergesagte zukünftige Temperaturwert eines anderen Objekts, dessen Temperatur beschafft wird, niedriger als ein Sollwert wird, indem der zulässige Ausgabewert für das Objekt berechnet wird, um diese Wirkung zu erzielen.

**[0075]** Der Wirkungsgrad der Eingabe und Ausgabe von elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** variiert entsprechend den Bedingungen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10**. Wenn eine Regeneration kontinuierlich durch die rotierende elektrische Maschine **12** durchgeführt wird, kann kinetische Energie effektiver durch Betreiben bei einem maximalen Wirkungsgrad nach Verstreichen einer gewissen Zeit genutzt werden, als durch zeitweiliges Betreiben bei einer maximalen Ausgabe. In dieser Hinsicht wäre es gleichermaßen für den Steuerungsabschnitt **43** möglich, den Wirkungsgrad, der

für die Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** erhalten wird, nachdem einige Zeit verstrichen ist, und den zulässigen Ausgabewert zu korrigieren, um den Wirkungsgrad zu maximieren. Beispielsweise könnte die Größe einer Temperaturerhöhung der Batterie **10** bei Durchführung eines Regenerationsbetriebs für eine vorgegebene Dauer vorhergesagt werden, und der zulässige Ausgabewert könnte derart korrigiert werden, dass der Leistungsumwandlungswirkungsgrad der Batterie **10** nach Verstreichen der vorgegebenen Dauer maximiert wird. Mit einer derartigen Konfiguration kann nicht nur die effektive Ausgangsleistung der rotierenden elektrischen Maschine **12** erhöht werden, sondern kann Energie effektiv genutzt werden. Weiterhin könnte der zulässige Ausgabewert derart korrigiert werden, dass die Ausgabe aus der Batterie **10** ein Maximum nach Verstreichen eines vorgegebenen Intervalls erreicht.

**[0076]** Es wäre gleichermaßen möglich, die Verarbeitung zur Korrektur der Parameter, die den zukünftigen Wert vorhersagen, auf der Grundlage der vorhergesagten zukünftigen Temperatur und der Temperatur, die durch den Temperatursensor **54** erfasst wird, wegzulassen. Es wäre ebenfalls möglich, die Verarbeitung von **S133** wegzulassen.

**[0077]** Es wäre ebenfalls möglich, die Verarbeitung von **S134** und **S135** wegzulassen. Es wäre weiterhin möglich, die Verarbeitung von **S136** und **S137** wegzulassen.

**[0078]** Es wäre ebenfalls für die ECU **60** möglich, als den oberen Ausgabegrenzwert den zulässigen Ausgabewert des einen der Objekte einzustellen, dessen beschaffte Temperatur am nächsten an einem oberen Grenzwert der Temperatur der Objekte ist. Mit einer derartigen Konfiguration kann eine übermäßige Temperaturerhöhung selbst für das Objekt unterdrückt werden, dessen Temperatur am nächsten an dem oberen Grenzwert der Temperatur der Objekte ist.

**[0079]** Es ist nicht notwendig, dass die Ladedauer oder die Leistungserzeugungsdauer auf ein tatsächliches Kontinuitätsintervall beschränkt wird, und ein vorhergesagtes Kontinuitätsintervall könnte verwendet werden (Dauervorhersageabschnitt). Weiterhin wäre es ebenfalls möglich, die zulässigen Ausgabewerte für die jeweiligen Objekte auf der Grundlage der Temperatur jedes Objekts ohne Berücksichtigung der Ladedauer oder der Leistungserzeugungsdauer zu berechnen.

**[0080]** Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel werden die Temperaturen der Batterie **10**, der rotierenden elektrischen Maschine **12** und des Kabelbaums **16** beschafft und wird ein zulässiger Ausgabewert aus der rotierenden elektrischen

Maschine **12** auf der Grundlage dieser Temperaturen der jeweiligen Objekte berechnet. Jedoch wäre es gleichermaßen möglich, die Temperatur von zumindest einer der Batterie **10** und des Kabelbaums **16** zu beschaffen, und den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine **12** auf der Grundlage dieser Temperatur zu berechnen. Weiterhin wäre es ebenfalls möglich, die Temperaturen von zumindest zweien der rotierenden elektrischen Maschine **12**, der Batterie **10** und des Kabelbaums **16** zu beschaffen und den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine **12** auf der Grundlage dieser Temperaturen zu berechnen.

**[0081]** Ein vorbestimmter fester Wert könnte als der Widerstandswert **R** des Kabelbaums **16** verwendet werden.

**[0082]** Die Batterie **10** ist nicht auf eine Blei-Säure-Batterie begrenzt, und eine Lithium-Batterie oder dergleichen könnte genutzt werden.

**[0083]** Der obere Grenzwert des Antriebsbefehls für die Antriebssteuerung der rotierenden elektrischen Maschine **12** könnte anstelle der Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls wie gemäß **Fig. 2** für die Regenerationssteuerung berechnet werden. In diesem Fall könnte einer Verarbeitung auf der Grundlage des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels ausgeführt werden, wodurch zusammen mit einem Wechsel von der Leistungserzeugung auf einen Antrieb Eingabe und Ausgabe zwischen der Batterie **10** und der rotierenden elektrischen Maschine **12** umgekehrt wird. Weiterhin kann ein Elektro-Generator, ein Elektromotor, ein ISG (Integrierter Starter-Generator) oder ein MG (Motor-Generator) usw. als die rotierende elektrische Maschine **12** verwendet werden.

#### (Zweites Ausführungsbeispiel)

**[0084]** Ein Ablauf zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von **Fig. 8** beschrieben, wobei sich die Beschreibung auf unterschiedliche Punkte gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel konzentriert. Dieser Verarbeitungsablauf wird durch die ECU **60** ausgeführt, und ist eine modifizierte Form der Verarbeitung, die zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls verwendet wird, die in **Fig. 7** gezeigt ist.

**[0085]** Zunächst werden der zulässige Ausgabewert **[W]** für die rotierende elektrische Maschine **12**, der zulässige Eingangswert **[W]** für die Batterie **10** und der zulässige Speisungswert **[W]** für den Kabelbaum **16** berechnet (**S161A**). Dabei wird eine Gewichtung der jeweiligen zulässigen Werte durch Multiplizieren

der zulässigen Werte jeweils mit Koeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  durchgeführt.

**[0086]** Insbesondere sagt der Steuerungsabschnitt **43** die zukünftigen Temperaturwerte der rotierenden elektrischen Maschine **12**, der Batterie **10** und des Kabelbaums **16** vorher. Dies entspricht der Verarbeitung, die als ein Temperaturvorhersageabschnitt ausgeführt wird. Danach berechnet die ECU **60** auf der Grundlage der zulässigen Ausgabewerte und der zukünftigen Temperaturwerte für die jeweiligen Objekte den integrierten Wert elektrischer Leistung, die kontinuierlich zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** während einer vorgegebenen Zeit eingegeben und ausgegeben wird, und stellt die Koeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  derart ein, dass der integrierte Wert maximiert wird. Beispielsweise könnte in dem Fall, dass der Koeffizient eines Objekts, für das eine Erhöhung der Temperatur eine hohe Reduktion des zulässigen Werts verursacht, dieser Koeffizient auf einen kleineren Wert als der Koeffizient eines Objekts, für das lediglich eine kleine Reduktion in dem zulässigen Wert durch die Temperaturerhöhung verursacht wird, eingestellt werden. Der kleinste der zulässigen Werte, die auf diese Weise gewichtet worden sind, kann dann als die zulässige erzeugte Leistung [W] (die einem Ausgabeobergrenzwert entspricht) eingestellt werden.

**[0087]** Danach wird auf der Grundlage der auf diese Weise berechneten zulässigen erzeugten Leistung [W] der obere Grenzwert des Leistungserzeugungsdrehmoments als der obere Grenzwert des Leistungserzeugungsbefehls berechnet (**S162A**). Die Verarbeitung von **S162A** ist die gleiche wie für **S162**. Der Verarbeitungsablauf wird dann beendet. Es sei bemerkt, dass die Verarbeitung von **S161A** einer Verarbeitung entspricht, die als ein oberer Grenzwerteinstellungsabschnitt ausgeführt wird.

**[0088]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden zukünftige Werte der Temperatur für jedes der betreffenden Objekte vorhergesagt. Ein integrierter Wert der elektrischen Leistung, die zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** für eine vorgegebene Dauer eingegeben und ausgegeben werden wird, wird dann auf der Grundlage der vorhergesagten zukünftigen Temperaturwerte der jeweiligen Objekte berechnet, und der zulässige Ausgabewert wird derart eingestellt, dass dieser integrierte Wert maximiert wird. Somit kann, wenn elektrische Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** für die vorgegebene Dauer eingegeben und ausgegeben wird, eine maximale Verwendung der Energie erzielt werden.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

**[0089]** Ein Ablauf zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls gemäß

einem dritten Ausführungsbeispiel ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von **Fig. 8** beschrieben, wobei die Beschreibung sich auf die gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel unterschiedlichen Punkte konzentriert.

**[0090]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel stellt die ECU **60** auf der Grundlage der zulässigen Ausgabewerte und zukünftigen Temperaturwerte für jedes der jeweiligen Objekte die Koeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  derart ein, dass der Wirkungsgrad der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** für eine vorgegebene Dauer maximiert wird. Beispielsweise könnte der Koeffizient des Objekts, für das der Wirkungsgrad durch einen Anstieg in der Temperatur um das größte Ausmaß abgesenkt wird, auf einen kleineren Wert eingestellt werden, als derjenige des Koeffizienten des Objekts, für das der Wirkungsgrad durch einen Anstieg in der Temperatur um das kleinste Ausmaß abgesenkt wird. Der Kabelbaum **16** entspricht dem Objekt, für das der zulässige Wert durch einen Anstieg in der Temperatur um das kleinste Ausmaß abgesenkt wird. Der kleinste der zulässigen Werte, die auf diese Weise gewichtet werden, wird zu der zulässigen erzeugten Leistung [W] (die dem Ausgabeobergrenzwert entspricht) gemacht.

**[0091]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel werden vorhergesagte zukünftige Temperaturwerte für jedes der betreffenden Objekte erhalten. Der Wirkungsgrad der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10**, die nach einer vorgegebenen Zeit erzielt werden, wird dann auf der Grundlage des zulässigen Ausgabewerts und der für die jeweiligen Objekte vorhergesagten zukünftigen Temperaturwerte berechnet, und der zulässige Ausgabewert wird derart eingestellt, dass der Wirkungsgrad ein Maximum erreichen wird. Somit kann nicht nur die effektive Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** erhöht werden, sondern kann Energie effizient genutzt werden.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

**[0092]** Ein Ablauf zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von **Fig. 9** beschrieben, wobei sich die Beschreibung auf unterschiedliche Punkte gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel konzentriert. Dieser Ablauf ist eine Modifikation der Verarbeitung von **S13** bis **S15** in **Fig. 2** und der Verarbeitung zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls, die in **Fig. 7** gezeigt ist. Verarbeitungsschritte, die identisch zu den Verarbeitungsschritten gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel sind, sind durch dieselben Schritt-

zahlen wie gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet, und die Beschreibung entfällt.

**[0093]** Zunächst beschafft der Steuerungsabschnitt **43** die gegenwärtige Temperatur der rotierenden elektrischen Maschine **12** (**S141**). Die zulässige Temperatur (Solltemperatur) der rotierenden elektrischen Maschine **12** wird von der gegenwärtigen Temperatur subtrahiert, und ein Grenzwert der Temperaturerhöhung wird berechnet (**S142**). Auf der Grundlage des Grenzwerts der Temperaturerhöhung, der Speisungszeit und der Beziehung zwischen diesen und einer zulässigen erzeugten Leistung wird der zulässige erzeugte Leistungswert [W] der rotierenden elektrischen Maschine **12** berechnet (**S143**). Insbesondere werden der Grenzwert der Temperaturerhöhung und die Speisungszeit bei dem in **Fig. 10** gezeigten Kennfeld angewendet, um die zulässige erzeugte Leistung [W] als den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine **12** zu berechnen, so dass die Temperaturerhöhung den Grenzwert der Temperaturerhöhung nicht überschreiten wird. Ein geschätzter Wert der Speisungszeit wird verwendet, der auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Fahrerbedienungen usw. geschätzt wird. Mit dem Kennfeld von **Fig. 10** wird, je größer der Wert der zulässigen erzeugten Leistung [W] ist, umso größer die Temperaturerhöhung, und wird, je länger die Speisungszeit ist, die Temperaturerhöhung umso größer.

**[0094]** Danach werden die zulässigen Ausgabewerte [W] für die Batterie **10** und den Kabelbaum **16** durch die Verarbeitung von **S160**, **S161**, **S162** berechnet, die die gleiche wie für **Fig. 7** ist. Die Verarbeitung von **S141** bis **S160** entspricht der Verarbeitung, die als ein Zulässigkeitswertberechnungsausgangsabschnitt ausgeführt wird.

**[0095]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird ein Obergrenzwert der Ausgangsleistung auf der Grundlage der zulässigen Ausgabewerte und der zukünftigen Temperaturwerte der jeweiligen Objekte derart eingestellt, dass, wenn Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** für eine vorgegebene Dauer fortgesetzt wird, die jeweiligen zukünftigen Temperaturwerte der Objekte niedriger als die zulässigen Temperaturwerte der Objekte werden. Somit wird, wenn es erforderlich ist, die Temperatur von jedem der Objekte niedriger als den zulässigen Temperaturwert für das Objekt beizubehalten, der zulässige Ausgabewert derart berechnet, dass das Ergebnis erzielt wird.

(Fünftes Ausführungsbeispiel)

**[0096]** Ein Ablauf zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel ist unter Bezugnahme auf das Flussdiagramm von **Fig. 11** beschrie-

ben, wobei sich die Beschreibung auf unterschiedliche Punkte gegenüber dem zweiten Ausführungsbeispiel konzentriert. Ein unterschiedlicher Punkt ist, dass in **S161A** der in **Fig. 8** gezeigten Verarbeitung zur Berechnung des oberen Grenzwerts des Leistungserzeugungsbefehls das Berechnungsverfahren die Koeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  verwendet, wobei dieser Verarbeitungsablauf durch die ECU **60** ausgeführt wird.

**[0097]** Zunächst werden Fahrinformationen für das Fahrzeug beschafft (**S161B**). Die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Neigung der Straße, auf der das Fahrzeug fährt, werden als die Fahrinformationen beschafft. Die Neigung kann als ein Erfassungswert aus einem Neigungssensor erhalten werden oder als Informationen aus einem Fahrzeugnavigationsgerät usw. erhalten werden.

**[0098]** Danach wird auf der Grundlage der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Neigung die Regenerationsdauer berechnet (**S162B**). Insbesondere werden die Fahrzeuggeschwindigkeit und der Neigungsgrad bei dem in **Fig. 12** gezeigten Kennfeld angewendet, um die Regenerationsdauer zu berechnen. Mit dem Kennfeld von **Fig. 12** wird, je höher die Fahrzeuggeschwindigkeit ist, umso länger die Regenerationsdauer, und wird, je steiler die Neigung ist, umso länger die Regenerationsdauer.

**[0099]** Danach wird eine Entscheidung getroffen, ob die Regenerationsdauer länger als ein vorgegebener Wert (der einem Schwellwert entspricht) ist (**S163B**). Wenn beurteilt wird, dass die Regenerationsdauer länger als der vorgegebene Wert ist (**S163B**: JA), dann wird der obere Grenzwert des Regenerationsbefehls berechnet, wobei Priorität dem Erzielen eines hohen Wirkungsgrads der Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** eingeräumt wird (**S164B**). Insbesondere werden in der gleichen Weise wie gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel Koeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  derart eingestellt, dass der Wirkungsgrad, der für die Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** erreicht wird, nach einer vorgegebenen Zeit maximiert wird.

**[0100]** Wenn demgegenüber beurteilt wird, dass die Regenerationsdauer nicht länger als der vorgegebene Wert ist (**S163B**: NEIN), wird der obere Grenzwert des Regenerationsbefehls mit Einräumen von Priorität auf das Erzielen einer hohen Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** berechnet (**S165B**). Insbesondere werden in der gleichen Weise wie gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel die Koeffizienten  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  derart eingestellt, dass der integrierte Wert der elektrischen Leistung, die zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** für eine vorgegebene Dauer eingegeben und ausgegeben wird, maximiert wird. Auf der Grundlage der berechneten zulässigen erzeugten Leistung

[W] wird der obere Grenzwert des Leistungserzeugungsdrehmoments dann als der obere Grenzwert des Leistungserzeugungsbefehls berechnet. Die Verarbeitung von S161B bis **165B** entspricht einer Verarbeitung, die als ein Obergrenzwerteinstellungsabschnitt ausgeführt wird.

**[0101]** Wenn die Dauer, während der die Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** sich fortsetzt, kurz ist, wird die Größe der Temperaturerhöhung der jeweiligen Abschnitte klein sein, so dass es effektiv ist, die Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** zu erhöhen. Wenn demgegenüber die Dauer der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** lang ist, ist es effektiv, die Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** für die lange Dauer in einer Bedingung fortzusetzen, unter der der Ausgabewirkungsgrad hoch ist.

**[0102]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel wird, wenn die vorhergesagte Dauer der Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** kürzer als ein Schwellwert ist, der obere Grenzwert der Ausgabe eingestellt, indem Priorität einer hohen Ausgabe eingeräumt wird, wohingegen, wenn die vorhergesagte Dauer der Ausgabe länger als der Schwellwert ist, der obere Grenzwert der Ausgabe eingestellt wird, indem Priorität einem hohen Ausgabewirkungsgrad eingeräumt wird. Aus diesem Grund kann der Ausgabeobergrenzwert für die rotierende elektrische Maschine **12** in geeigneter Weise entsprechend der Dauer eingestellt werden, während der die Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** fortgesetzt wird.

**[0103]** Die folgenden Modifikationen können an den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ausgeführt werden.

**[0104]** Wie es in **Fig. 13** gezeigt ist, ist das fahrzeugeigene System **100** mit einem Lüfter **17** zum Kühlen der rotierenden elektrischen Maschine **12** ausgerüstet, und es wäre gleichermaßen für den Steuerungsabschnitt **43** möglich, den Betrieb des Lüfters **17** zu steuern (entsprechend einem Kühlungssteuerungsabschnitt). Die ECU **60** (die einem Kühlungseingabeabschnitt entspricht) würde von dem Steuerungsabschnitt **43** als einen Eingang den Zustand der Kühlungssteuerung empfangen. Die ECU **60** könnte dann den oberen Grenzausgabewert ebenfalls auf der Grundlage des eingegebenen Zustands der Kühlungssteuerung einstellen. Mit einer derartigen Konfiguration kann der Ausgabeobergrenzwert eingestellt werden, während der Zustand der Kühlungssteuerung berücksichtigt wird, und kann somit die effektive Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschi-

ne **12** weiter erhöht werden. Es sei bemerkt, dass eine derartige Kühlungssteuerung nicht notwendigerweise auf die Anwendung bei der rotierenden elektrischen Maschine **12** begrenzt ist, sondern gleichermaßen für die Batterie **10** oder den Kabelbaum **16** ausgeführt werden könnte. Die Kühlmitteltemperatur usw. könnten als der Zustand der Kühlungssteuerung berücksichtigt werden.

**[0105]** Weiterhin wäre es gleichermaßen für die ECU **60** möglich, Befehle zur Erhöhung der Kühlungssteuerungsausgabe zu dem Steuerungsabschnitt **43** zu senden, wenn die Obergrenzwerte der Ausgabe für die jeweiligen Objekte derart eingestellt sind, dass die zulässigen Ausgabewerte dieser Objekte überschritten werden. Mit einer derartigen Konfiguration kann, wenn es die Gefahr einer übermäßigen Temperaturerhöhung für die jeweiligen Objekte gibt, die Temperaturerhöhung durch Erhöhung der Kühlungssteuerungsausgabe unterdrückt werden.

**[0106]** Wie es in **Fig. 13** gezeigt ist, ist das fahrzeugeigene System **100** mit einem Bremssystem **18** ausgerüstet, und es wäre gleichermaßen für die ECU **60** (die einem Bremseneingabeabschnitt entspricht) möglich, Bremsanforderungen aus dem Bremssystem **18** zu empfangen. Bremsanforderungen sind Anforderungen zur Erzeugung eines Bremsdrehmoments durch die rotierende elektrische Maschine **12**. Die ECU **60** könnte dann, wenn eine Bremsanforderung empfangen wird, zwangsweise den Ausgabeobergrenzwert als einen Bremsanforderungsverwendungs-Ausgabeobergrenzwert einstellen. Mit einer derartigen Konfiguration könnte, wenn es eine Notwendigkeit zur Erzeugung eines Bremsdrehmoments durch die rotierende elektrische Maschine **12** für die Sicherheit des Fahrzeugs gibt, der Ausgabeobergrenzwert aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** derart eingestellt werden, dass Priorität einer derartigen Notwendigkeit eingeräumt wird.

**[0107]** Alternativ dazu wäre es für die ECU **60** möglich, einen Kurzzeitverwendungs-Ausgabeobergrenzwert und einen Langzeitverwendungs-Ausgabeobergrenzwert als Obergrenzwerte der Ausgabe zu berechnen, und den Kurzzeitverwendungs-Obergrenzwert als den Ausgabeobergrenzwert einzustellen, wenn eine Bremsanforderung eingegeben wird. Da die Größe einer Temperaturerhöhung der jeweiligen Abschnitte lediglich klein sein wird, kann in einem derartigen Fall einer kurzzeitigen Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** der Kurzzeitverwendungs-Ausgabeobergrenzwert höher als der Langzeitverwendungs-Ausgabeobergrenzwert gemacht werden. Weiterhin wird sich ein Intervall, während dessen Bremsanforderungen eingegeben werden, lediglich fortsetzen, bis die Fahrzeuggeschwindigkeit reduziert wird, und wird daher vergleichsweise kurz sein. Somit könnte der Kurzzeitverwendungs-Ausgabeobergrenzwert zwangsweise

als der Ausgabeobergrenzwert aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** eingestellt werden, wenn eine Bremsanforderung eingegeben wird. Auf diese Weise wird, wenn es notwendig ist, ein Bremsdrehmoment für die Sicherheit des Fahrzeugs zu erzeugen, bei der Einstellung des Ausgabeobergrenzwerts aus der rotierenden elektrischen Maschine **12** Priorität diesem Erfordernis eingeräumt.

**[0108]** Gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen sind der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt und der Sendeabschnitt mit einem Steuerungsabschnitt **43** versehen, der die rotierende elektrische Maschine **12** steuert, jedoch wäre es gleichermaßen möglich, eine Batterie-ECU **46** (die einem Batteriesteuerungsabschnitt entspricht) zur Steuerung der Batterie **10** vorzusehen. Mit einer derartigen Konfiguration könnten jeweilige Funktionen des vorstehend beschriebenen Zulässigkeitswertberechnungsabschnitts und des Sendeabschnitts durch die Batterie-ECU **46** verwirklicht werden. Alternativ dazu wäre es gleichermaßen möglich, dass der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt und der Sendeabschnitt in dem Steuerungsabschnitt **43** oder in der Batterie-ECU vorgesehen werden. In diesem Fall würde, wenn notwendige Informationen durch den Steuerungsabschnitt **43** oder die Batterie-ECU aus der ECU **60** empfangen werden, dies ohne Ausführung einer Verarbeitung zur Durchführung unnötiger Kommunikation durchgeführt werden, so dass das Ansprechen der Steuerung verbessert werden kann. Wie es in **Fig. 14** gezeigt ist, könnte beispielsweise, wenn es für die ECU **60** und die Batterie-ECU **46** notwendig ist, notwendige Informationen zu senden/empfangen, der Steuerungsabschnitt **43** als ein Relais dienen. Gleichermäßen könnte die Batterie-ECU **46** als ein Relais dienen.

**[0109]** Weiterhin ist die Erfindung nicht auf die Maximierung des Wirkungsgrads der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung entsprechend der Bedingung der rotierenden elektrischen Maschine **12** oder der Batterie **10** derart, dass der Wirkungsgrad nach einer vorgegebenen Zeit ein Maximum erreicht, begrenzt, sondern kinetische Energie könnte effektiver genutzt werden, selbst wenn der Wirkungsgrad nach einer vorgegebenen Zeit während der Regeneration durch die rotierende elektrische Maschine **12** lediglich höher als der Wirkungsgrad zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt gemacht wird. In dieser Hinsicht wäre es gleichermaßen für den Steuerungsabschnitt **43** möglich, den Wirkungsgrad der Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine **12** und der Batterie **10** nach einer vorgegebenen Zeit zu berechnen, und die zulässigen Werte derart zu korrigieren, dass der Wirkungsgrad über den Wirkungsgrad zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt hinaus erhöht wird. Mit einer derartigen Konfiguration kann nicht nur die effektive Ausgabe aus der rotierenden elektrischen Maschine **12**

erhöht werden, sondern kann Energie ebenfalls effektiv genutzt werden. Weiterhin könnten die zulässigen Werte derart korrigiert werden, dass bewirkt wird, dass die Ausgabe aus der Batterie **10** nach einer vorgegebenen Zeit höher als zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt ist.

**[0110]** Gleichermäßen wäre es ebenfalls möglich, den oberen Grenzausgabewert aus der Batterie **10** derart einzustellen, dass bewirkt wird, dass die Ausgabe aus der Batterie **10** nach einer vorgegebenen Zeit höher als zu dem gegenwärtigen Zeitpunkt ist.

**[0111]** Obwohl die vorliegende Offenbarung entsprechend Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, sei zu verstehen, dass die Offenbarung nicht auf diese Ausführungsbeispiele und Strukturen begrenzt ist. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene modifizierte Formen und Änderungen, die innerhalb eines äquivalenten Umfangs sind. Weiterhin sind verschiedene Kombinationen und Formen und andere Kombinationen und Formen, die ein oder mehrere Elemente aufweisen, ebenfalls innerhalb des Umfangs und des Bereichs der Konzepte der vorliegenden Offenbarung.

**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 2016085380 [0001]



**Patentansprüche**

1. Steuerungsgerät zur Steuerung einer rotierenden elektrischen Maschine (12), das bei einem System (100) angewendet wird, das die rotierende elektrische Maschine, eine Verdrahtung (16), eine Batterie (10), die mit der rotierenden elektrischen Maschine durch die Verdrahtung verbunden ist, und einen Obergrenzwerteinstellungsabschnitt (43, 46, 60) aufweist, der einen oberen Grenzwert einstellt, der ein oberer Grenzwert eines Ausgabebefehls der rotierenden elektrischen Maschine ist, wobei das Steuerungsgerät zur Steuerung der rotierenden elektrischen Maschine aufweist:

einen Temperaturbeschaffungsabschnitt (43, 46, 51-53, 54), der Temperaturen der Batterie und/oder der Verdrahtung beschafft;

einen Zulässigkeitsausgabewertberechnungsabschnitt (43, 46), der auf der Grundlage der durch die Temperaturbeschaffungseinrichtung beschafften Temperatur einen zulässigen Ausgabewert, der die obere Grenze ist, die für einen Ausgabebefehl der rotierenden elektrischen Maschine zugelassen ist, berechnet; und

einen Sendeabschnitt (43, 46), der den zulässigen Ausgabewert, der durch den Abschnitt zur Berechnung des zulässigen Werts berechnet worden ist, zu dem Obergrenzwerteinstellungsabschnitt sendet.

2. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert für die rotierende elektrische Maschine weiterhin auf der Grundlage einer Dauer, während der elektrische Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie eingegeben und ausgegeben wird, berechnet.

3. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Temperaturbeschaffungsabschnitt (43, 46, 51-53) aufweist: einen Strombeschaffungsabschnitt (51), der einen in der Verdrahtung fließenden Strom beschafft, und einen Temperaturschätzabschnitt (43, 46, 52, 53), der die Temperatur der Verdrahtung auf der Grundlage des durch den Strombeschaffungsabschnitt beschafften Stroms und des Widerstandswerts der Verdrahtung schätzt.

4. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 3, wobei der Temperaturbeschaffungsabschnitt (43, 46, 51-53) einen Spannungsabfallbeschaffungsabschnitt (52, 43) aufweist, der einen Spannungsabfall der Verdrahtung beschafft, und der Temperaturschätzabschnitt den Widerstandswert der Verdrahtung auf der Grundlage des durch den Strombeschaffungsabschnitt beschafften Stroms und des durch den Spannungsabfallbeschaffungsabschnitt beschafften Spannungsabfalls berechnet.

5. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt einen zukünftigen Temperaturwert der Temperatur der Verdrahtung vorhersagt, der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafft werden wird, und den zulässigen Ausgabewert auf der Grundlage des vorhergesagten zukünftigen Werts korrigiert.

6. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 5, wobei der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt einen Parameter korrigiert, der den zukünftigen Temperaturwert vorhersagt, wobei die Korrektur auf dem vorhergesagten zukünftigen Wert und auf dem Temperaturwert beruht, der durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschafft wird.

7. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 5 oder 6, wobei der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert derart berechnet, dass bewirkt wird, dass der zukünftige Temperaturwert niedriger als eine Solltemperatur wird.

8. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Zulässigkeitsausgabewertberechnungsabschnitt einen Verschlechterungsbedingungsbeschaffungsabschnitt (43, 46) aufweist, der eine Bedingung einer Verschlechterung eines Objekts beschafft, für das die Temperatur beschafft wird, und der Zulässigkeitsausgabewertberechnungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert auf der Grundlage der Bedingung der Verschlechterung korrigiert, die durch den Verschlechterungsbedingungsbeschaffungsabschnitt beschafft wird.

9. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Temperaturbeschaffungsabschnitt (54) eine Temperatur der Batterie beschafft, und, wenn die durch den Temperaturbeschaffungsabschnitt beschaffte Temperatur niedriger als eine vorgegebene Temperatur ist, der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den zulässigen Ausgabewert berechnet, der größer als ein vorgegebener zulässiger Wert ist.

10. Steuerungsgerät für die rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Zulässigkeitswertberechnungsabschnitt den Wirkungsgrad berechnet, der für die Eingabe und Ausgabe elektrischer Leistung zwischen der rotierenden elektrischen Maschine und der Batterie nach einer vorgegebenen Zeit erreicht werden wird, und den zulässigen Ausgabewert derart korrigiert, dass der Wirkungsgrad maximiert wird.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

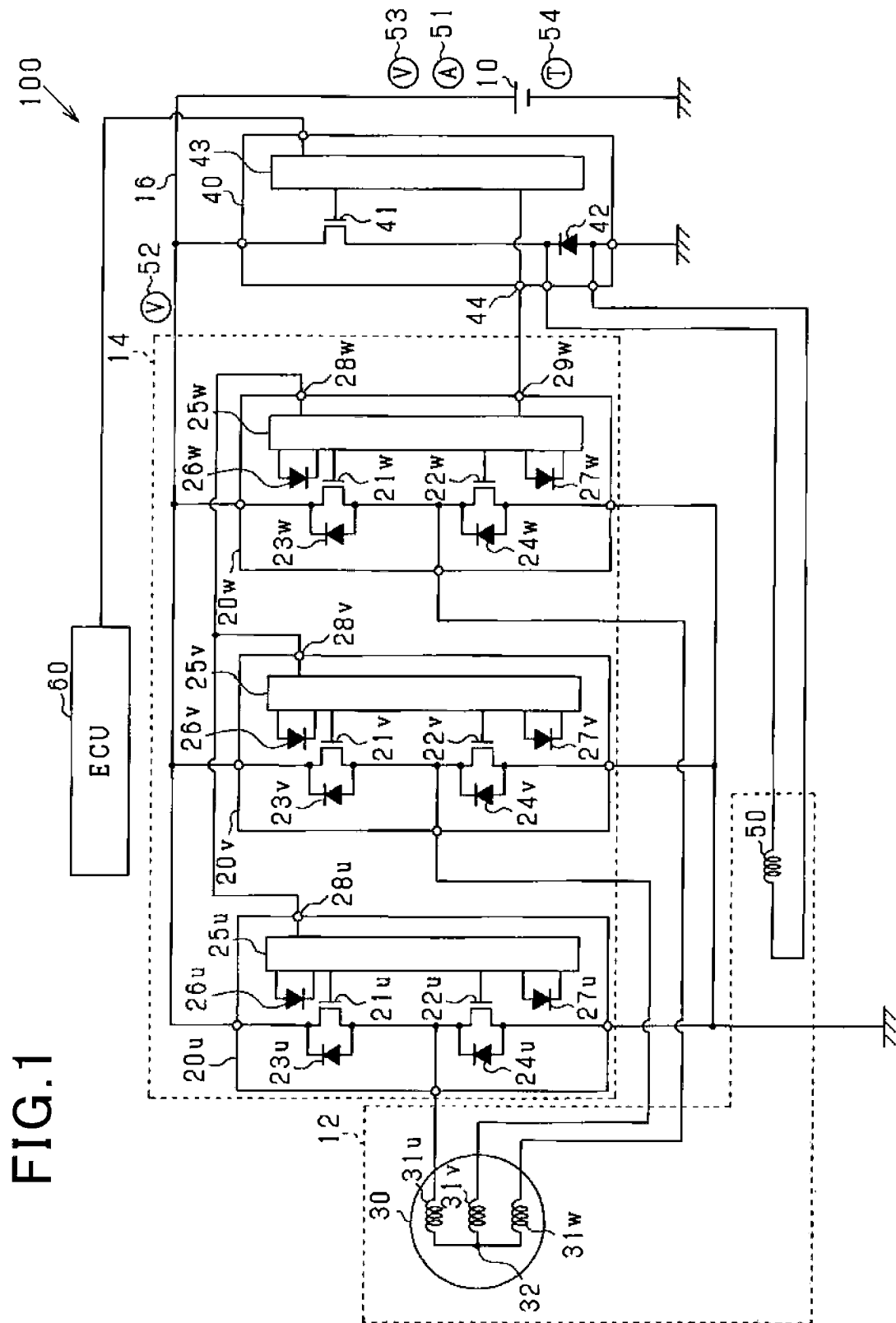


FIG.2

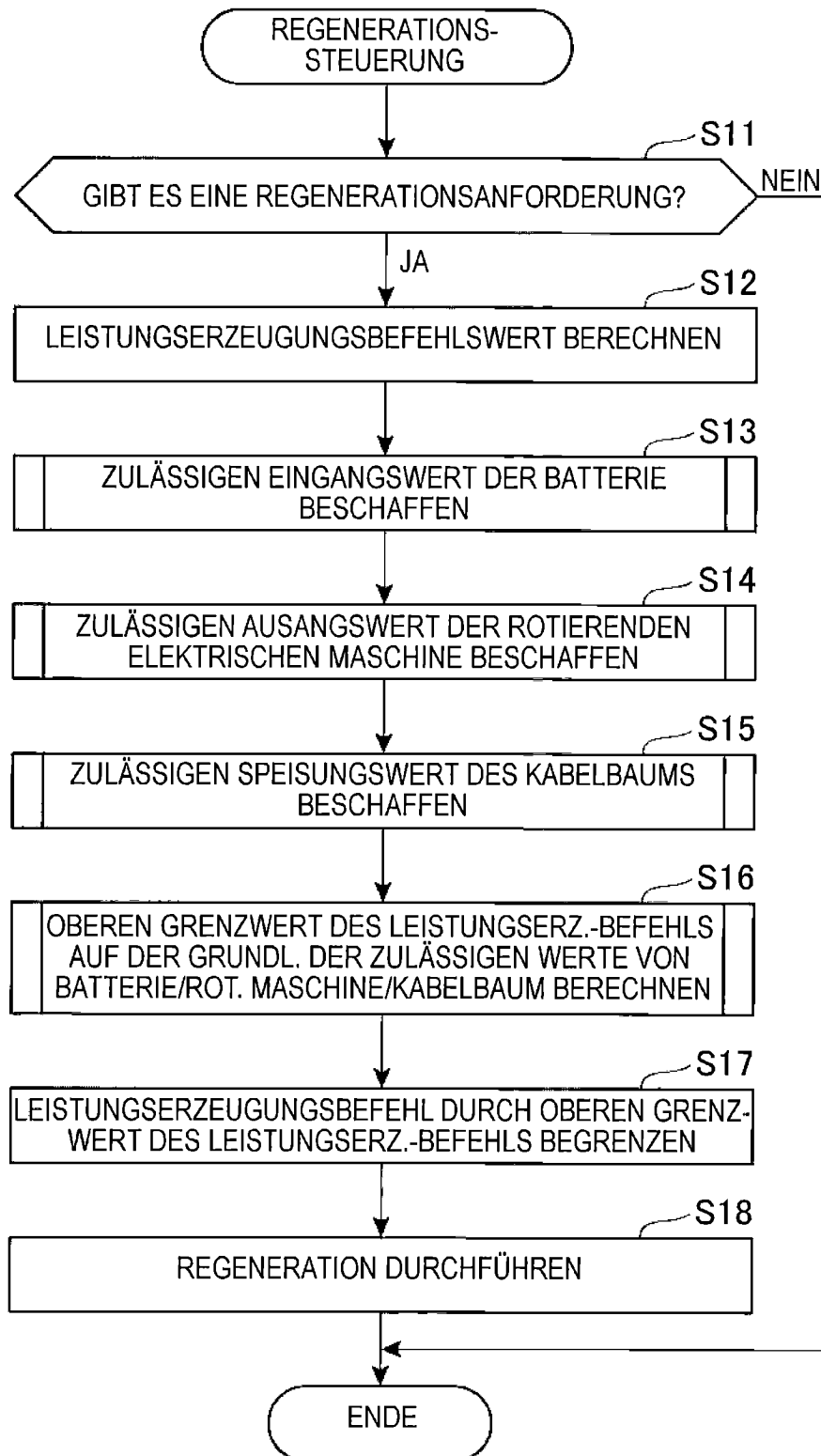


FIG.3

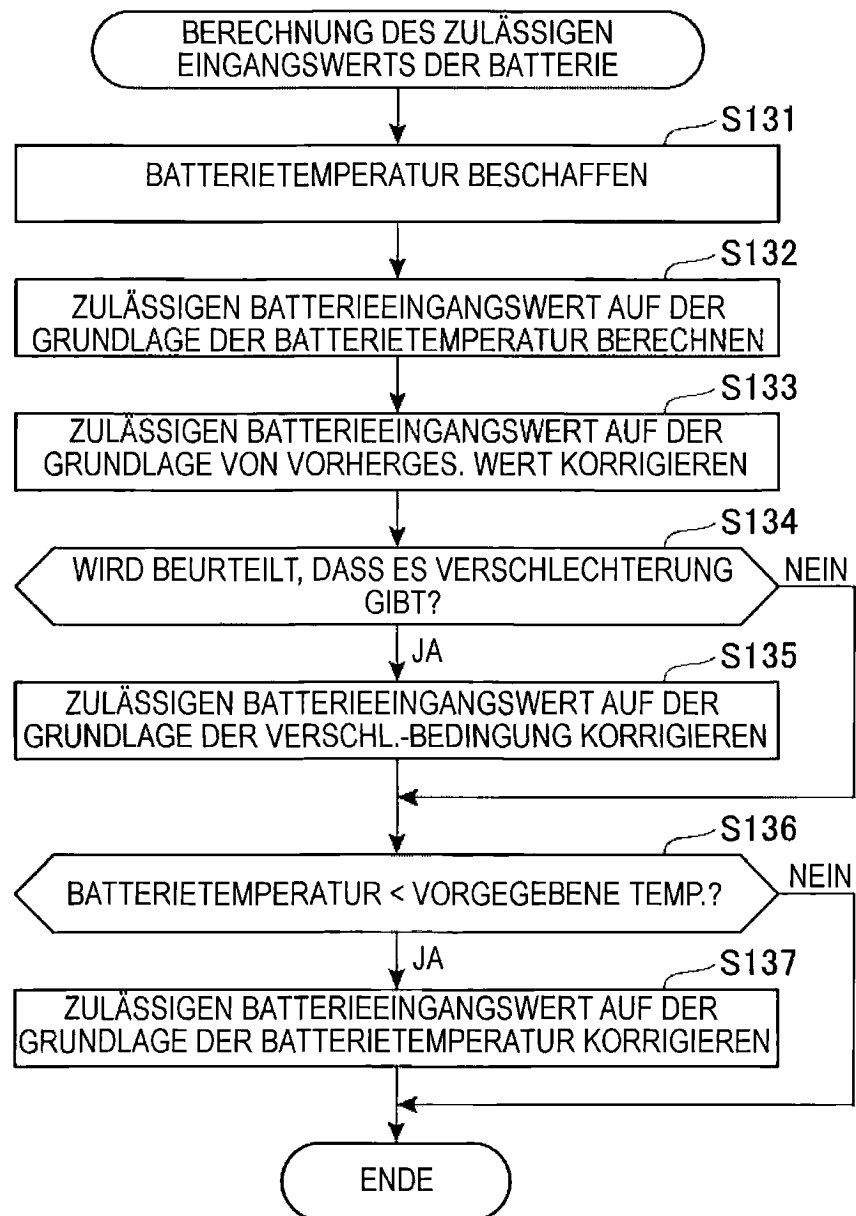


FIG.4

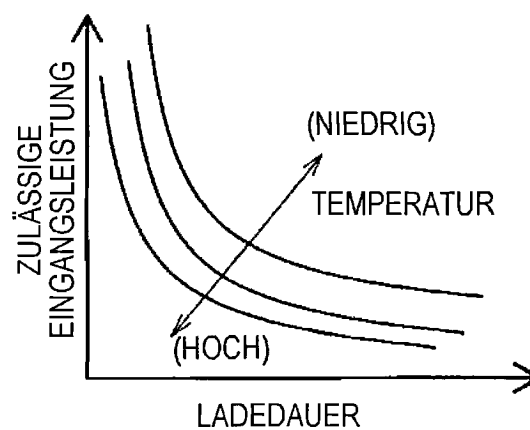


FIG.5

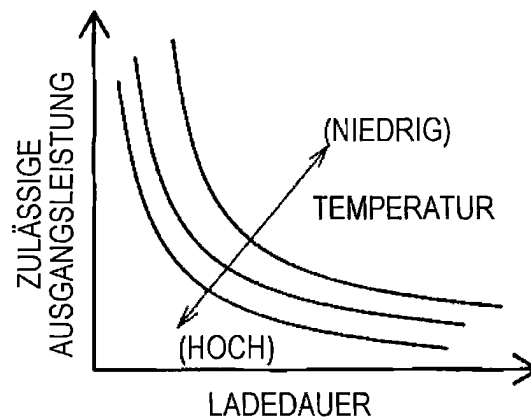


FIG.6

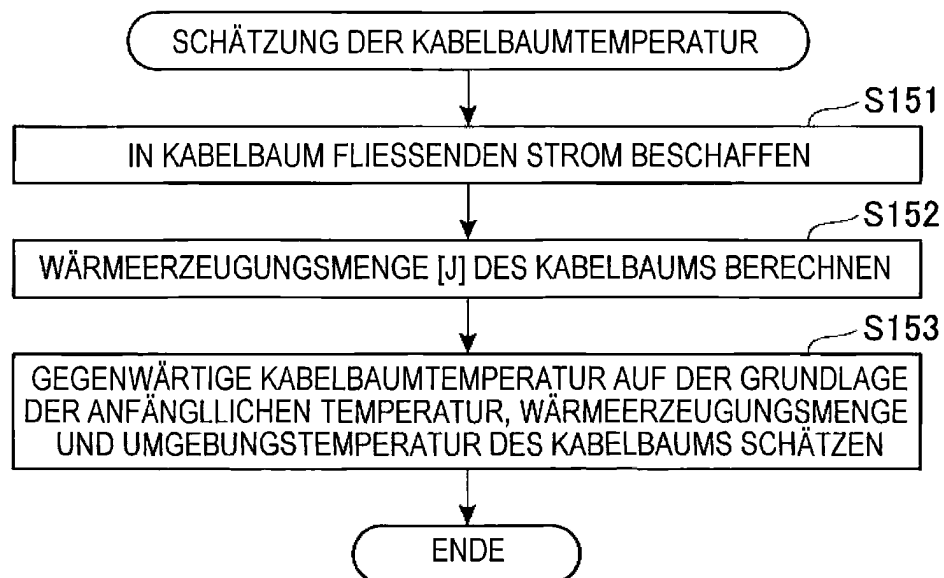


FIG.7

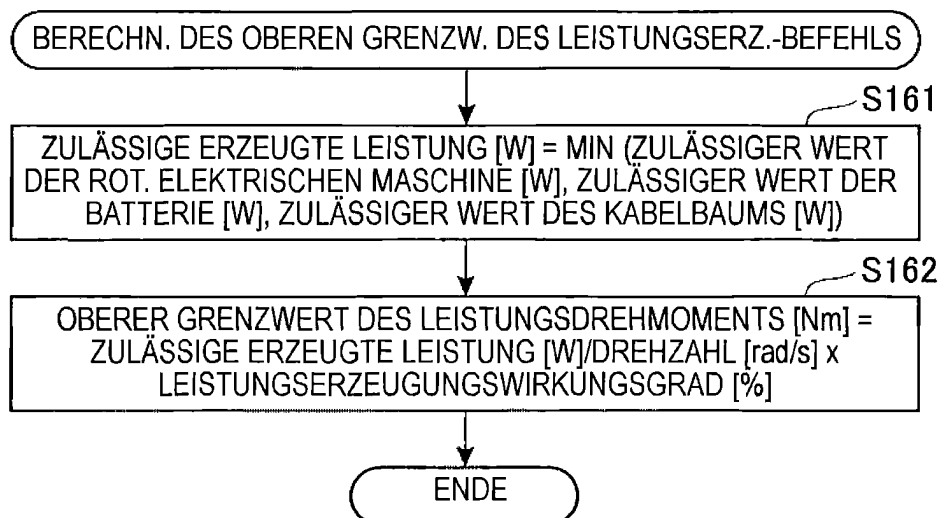


FIG.8

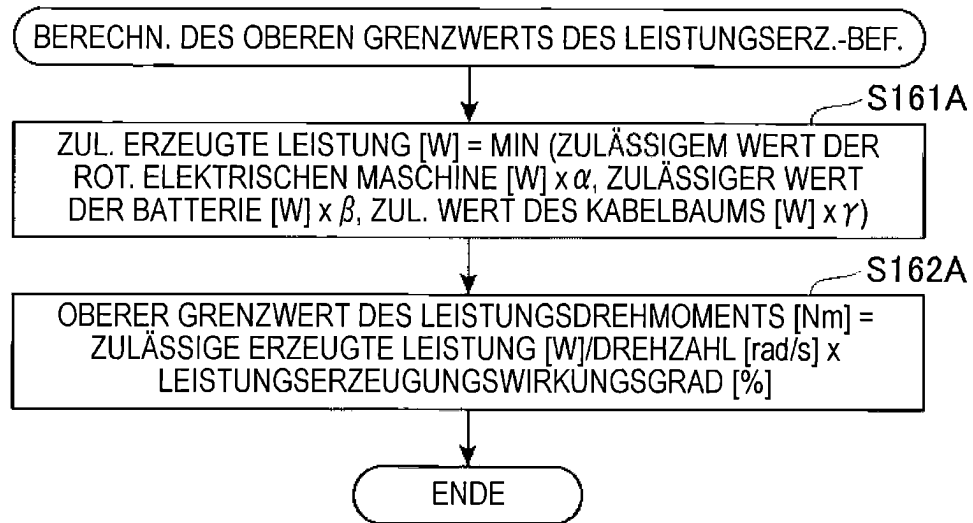


FIG.9

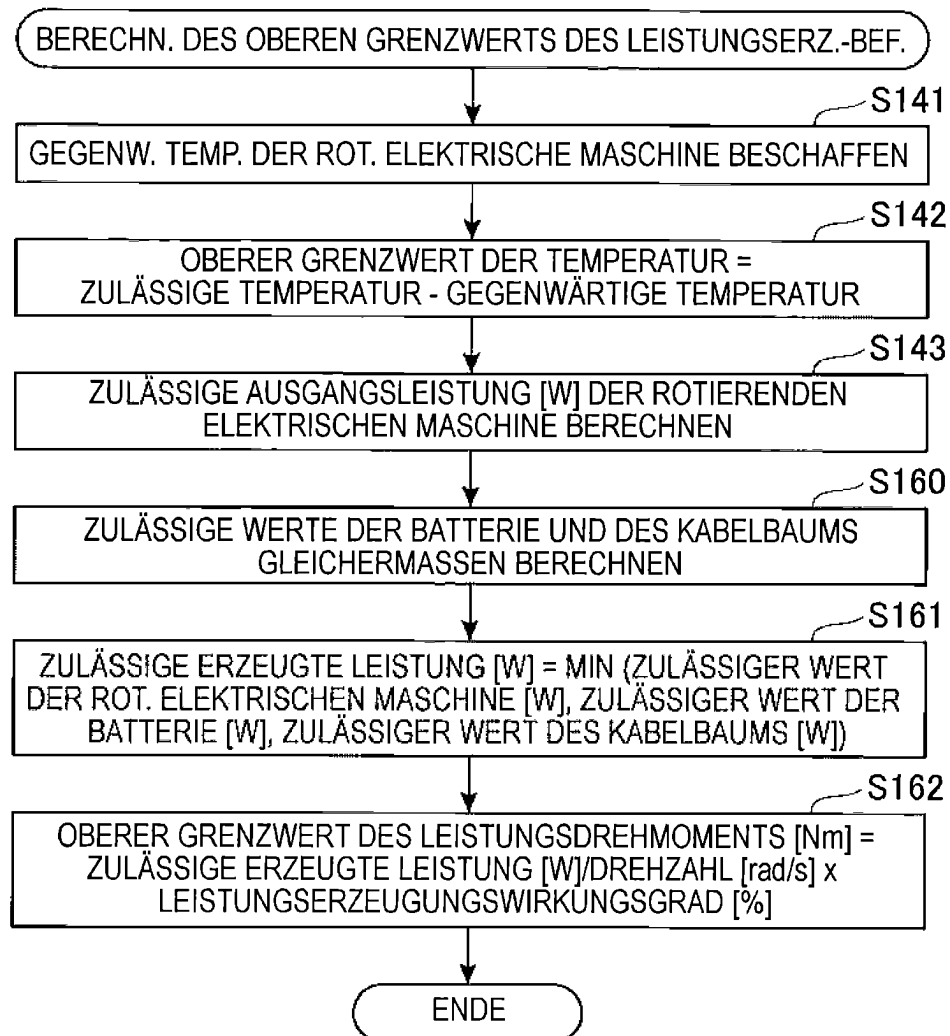


FIG.10

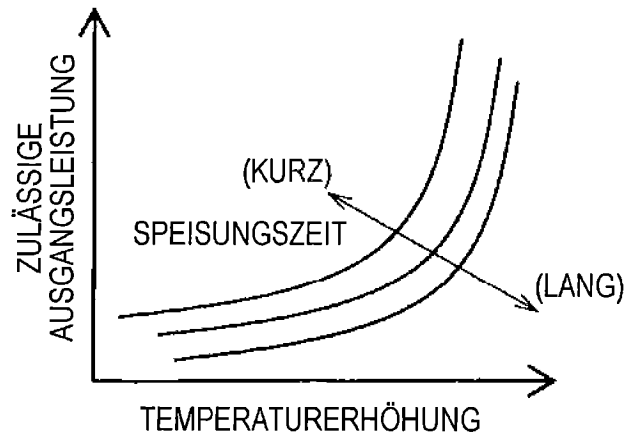


FIG.11

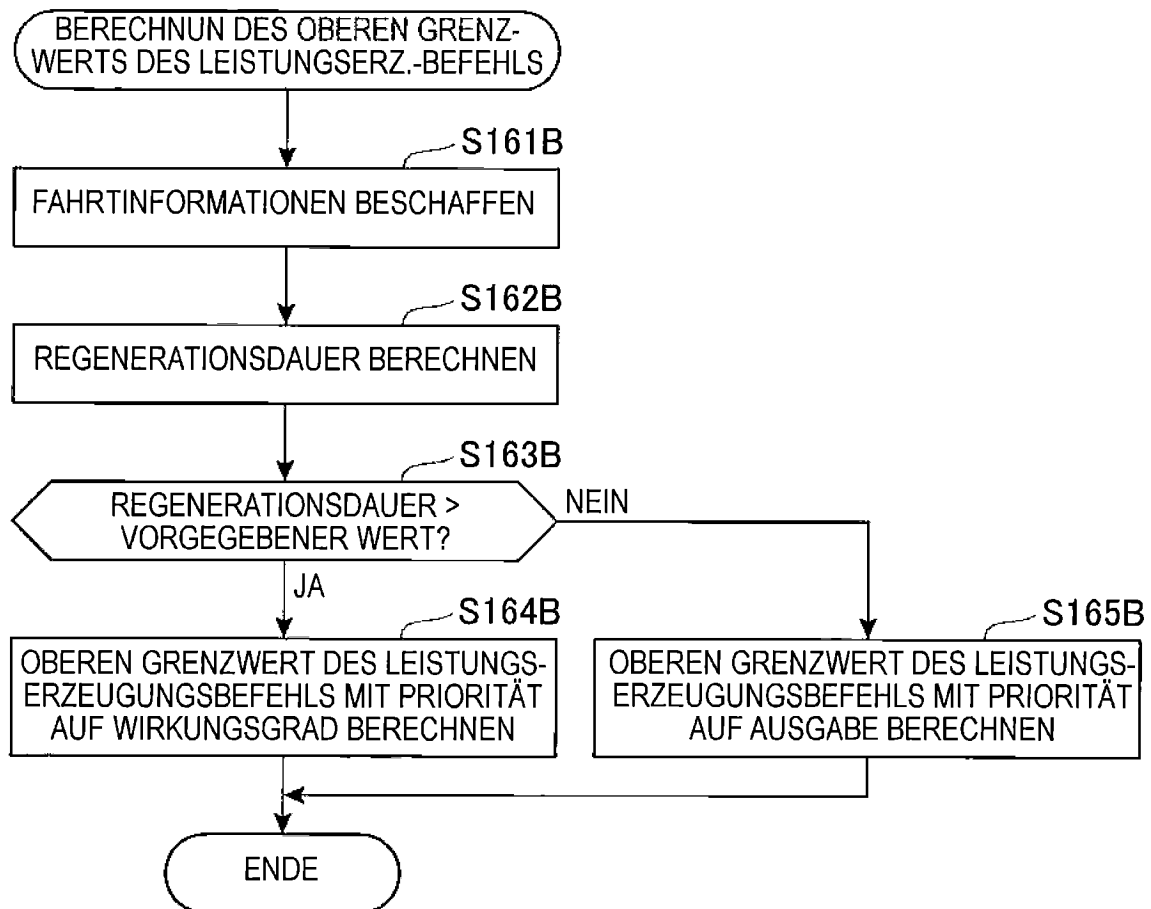


FIG.12

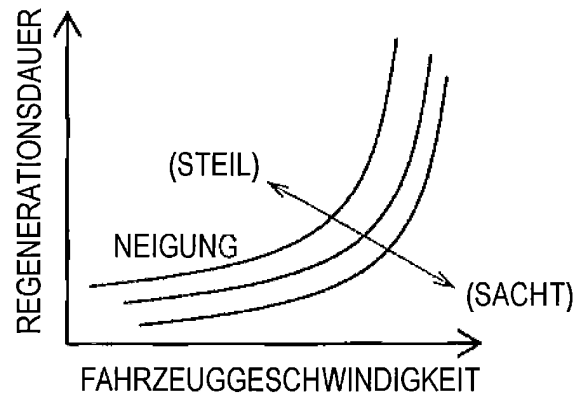


FIG.13

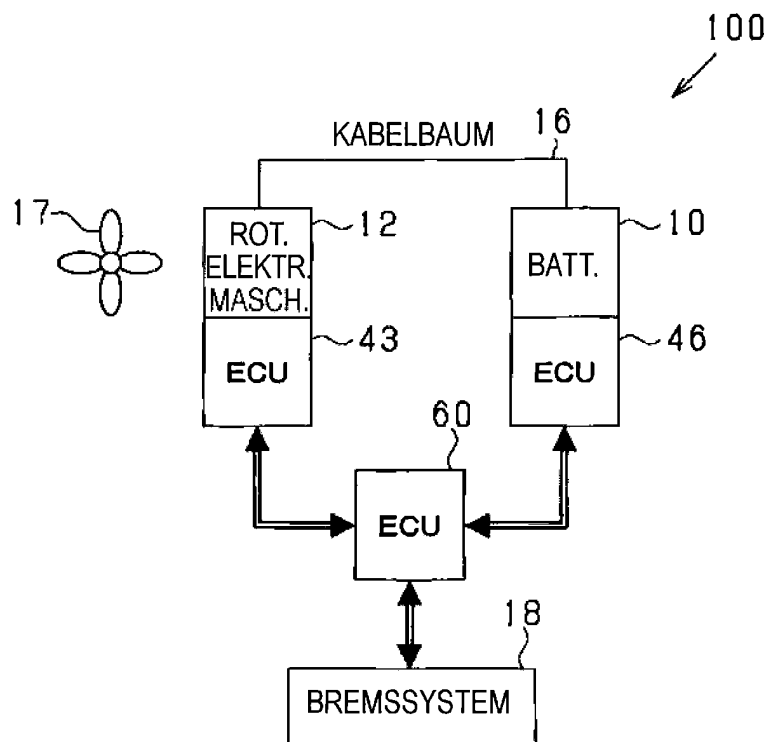




FIG.14

