



CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

lution units (43, 46) for calculating a permitted output value, which is the permitted upper limit for the dynamoelectric machine output command, for each of the elements from which the temperature is acquired, on the basis of the temperatures acquired by the temperature acquisition units; and transmission units (43, 46) for transmitting the permitted output values for each of the elements that were calculated by the permitted value calculation units to the upper-limit value setting units.

(57) 要約: システム (100) は、回転電機 (12) と、回転電機 (16) に配線により接続された電池 (10) と、回転電機の出力指令の上限である出力上限値を設定する上限値設定部 (43、46、60) と、を備える。回転電機を制御する制御装置は、回転電機、電池、及び配線の少なくとも2つの温度を取得する温度取得部 (26u、26v、26w、27u、27v、27w、43、46、51~53、54) と、温度取得部により取得された温度に基づいて、温度を取得する対象毎に回転電機の出力指令を許容する上限である出力許容値を算出する許容値算出部 (43、46) と、許容値算出部により算出された対象毎の前記出力許容値を、上限値設定部へ送信する送信部 (43、46) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 回転電機の制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年4月21日に出願された日本出願番号2016-085381号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、回転電機を制御する制御装置に関する。

背景技術

[0003] 従来、多相巻線と界磁巻線とを備え、多相巻線から出力される交流出力電流を複数の整流素子もしくはスイッチング素子により整流する回転電機において、回転子の界磁巻線の一定期間あたりの通電期間を変化させることが行われている。この界磁巻線への通電期間の割合をDuty値と呼び、このDuty値は、回転電機に要求される発電量等に応じて可変に設定される。

[0004] 前記界磁巻線のDuty値を変更するものとして、特許文献1に記載の制御装置がある。特許文献1に記載の制御装置では、界磁巻線についてのDuty値が大きい短時間定格運転と、Duty値が小さい連続定格運転とで切り替え可能としている。加えて、界磁巻線への通電を制御するパワートランジスタの近傍に温度検出部を設けている。そして、温度検出部が検出した温度が過熱状態を示していれば、短時間定格運転を禁止している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-219965号公報

発明の概要

[0006] ところで、特許文献1に記載の制御装置では、パワートランジスタの近傍の温度が過熱状態を示す場合に、短時間定格運転を禁止している。しかしながら、回転電機を制御する際には、パワートランジスタや回転電機以外にも温度上昇が問題となる部分が生じる。この部分の体格を大きくする等、各部

分の能力を上げて温度上昇を抑制すると、装置の小型化や低コスト化が難しくなる。一方、この部分の温度上昇を抑制するために回転電機の出力を制限すると、回転電機の出力を大きくする制御が実質的に制限されることとなる。

[0007] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであり、その主たる目的は、装置の各部分の能力を過剰に上げることを抑制しつつ、回転電機の実質的な出力を向上させることのできる回転電機の制御装置を提供することにある。

[0008] 本開示は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

[0009] 第1の手段は、回転電機と、前記回転電機に配線により接続された電池と、前記回転電機の出力指令の上限である出力上限値を設定する上限値設定部と、を備えるシステムに適用され、前記回転電機を制御する制御装置であって、前記回転電機、前記電池、及び前記配線の少なくとも2つの温度を取得する温度取得部と、前記温度取得部により取得された前記温度に基づいて、前記温度を取得する対象毎に前記回転電機の出力指令を許容する上限である出力許容値を算出する許容値算出部と、前記許容値算出部により算出された前記対象毎の前記出力許容値を、前記上限値設定部へ送信する送信部と、を備える。

[0010] 上記構成によれば、回転電機と電池とが配線により接続されており、上限値設定部により、回転電機の出力指令の上限である出力上限値が設定される。

[0011] ここで、温度取得部により、回転電機、電池、及び配線の少なくとも2つの温度が取得される。そして、許容値算出部によって、温度取得部により取得された温度に基づいて、温度を取得する対象毎に回転電機の出力指令を許容する上限である出力許容値が算出される。このため、回転電機、電池、及び配線の少なくとも2つの温度を考慮して、回転電機の出力許容値を算出することができる。なお、回転電機の出力許容値としては、回転電機の発電電力、駆動電力、発電電流、駆動電流、駆動トルク、制動トルク等を採用する

ことができる。これらの出力許容値は、電池の入力許容値や出力許容値に相当し、配線の通電許容値に相当する。

[0012] そして、送信部によって、許容値算出部により算出された対象毎の出力許容値が、上限値設定部へ送信される。このため、上限値設定部は、回転電機、電池、及び配線の少なくとも2つの出力許容値を用いて、回転電機の出力上限値を設定することができる。すなわち回転電機の出力上限値は、回転電機、電池、及び配線の少なくとも2つの出力許容値に基づいて設定される。したがって、回転電機や、電池、配線の温度が過度に上昇することを抑制しつつ、回転電機の出力を向上させるように出力上限値を設定することができる。さらに、回転電機、電池、及び配線の少なくとも2つの出力許容値を考慮して、システム全体として回転電機の出力上限値を最適に設定することができる。その結果、回転電機や、電池、配線の能力を過剰に上げることを抑制しつつ、回転電機の実質的な出力を向上させることができる。

[0013] 第2の手段では、前記許容値算出部は、前記回転電機と前記電池とにおける電力の入出力の継続時間にさらに基づいて、前記回転電機の出力許容値を算出する。

[0014] 回転電機と電池とにおける電力の入出力の継続時間が長いほど、電池や配線の温度が上昇する。この点、上記構成によれば、回転電機と電池とにおける電力の入出力の継続時間にさらに基づいて、回転電機の出力許容値が算出される。このため、回転電機の出力許容値をより適切に算出することができる。

[0015] 第3の手段では、前記制御装置は、前記上限値設定部を備え、前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値のうち最低の前記出力許容値を、前記出力上限値に設定する。

[0016] 上記構成によれば、上限値設定部により、対象毎の出力許容値のうち最低の出力許容値が、出力上限値に設定される。このため、対象の全てにおいて、温度が過度に上昇することを抑制することができる。

[0017] 第4の手段では、前記制御装置は、前記上限値設定部を備え、前記上限値

設定部は、前記温度取得部により取得された前記温度が前記対象毎の温度上限値に最も近い対象の前記出力許容値を、前記出力上限値に設定する。

[0018] 上記構成によれば、上限値設定部によって、温度取得部により取得された温度が対象毎の温度上限値に最も近い対象の出力許容値が、出力上限値に設定される。このため、温度が上限値に最も近い対象であっても、温度が過度に上昇することを抑制することができる。

[0019] 第5の手段では、前記制御装置は、前記上限値設定部と、前記温度取得部により取得された前記温度の将来値を前記対象毎に予測する温度予測部とを備え、前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値と前記温度予測部により予測された前記対象毎の前記将来値とに基づいて、前記回転電機と前記電池とで所定時間継続して電力を入出力する積算値を算出し、前記積算値が最大となるように前記出力上限値を設定する。

[0020] 上記構成によれば、温度予測部によって、温度取得部により取得された温度の将来値が対象毎に予測される。そして、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、回転電機と電池とで所定時間継続して電力を入出力する積算値が算出され、この積算値が最大となるように出力許容値が設定される。このため、回転電機と電池とで所定時間継続して電力を入出力する場合に、エネルギーを最大限利用することができる。

[0021] 第6の手段では、前記制御装置は、前記上限値設定部と、前記温度取得部により取得された前記温度の将来値を前記対象毎に予測する温度予測部とを備え、前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値と前記温度予測部により予測された前記対象毎の前記将来値とに基づいて、所定時間後における前記回転電機と前記電池とで電力を入出力する効率を算出し、前記効率が最高となるように前記出力上限値を設定する。

[0022] 回転電機と電池とで電力を入出力する効率は、回転電機や電池の状態に応じて変化する。回転電機による発電や駆動が継続する場合は、出力を一時的に最高にするよりも、所定時間後における効率を最高にする方が、エネルギーを有効に利用することができる。この点、上記構成によれば、温度予測部に

よって、温度取得部により取得された温度の将来値が対象毎に予測される。そして、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、所定時間後における回転電機と電池とで電力を入出力する効率が算出され、この効率が最高となるように出力許容値が設定される。このため、回転電機の実質的な出力を向上させるだけでなく、エネルギーを有効に利用することができる。

[0023] 第7の手段では、前記温度取得部は、前記電池の温度を取得し、前記上限値設定部は、前記温度取得部により取得された前記電池の温度が所定温度よりも低い場合に、前記効率として前記所定時間後における前記電池の入出力効率を算出し、前記電池の入出力効率が最高となるように前記出力上限値を設定する。

[0024] 電池の温度が所定温度よりも低い場合は、電池の性能を十分に発揮できないおそれがある。この点、上記構成によれば、電池の温度が所定温度よりも低い場合に、上記効率として所定時間後における電池の入出力効率が算出され、電池の入出力効率が最高となるように出力上限値が設定される。このため、所定時間後において電池の性能を最大限確保することができる。

[0025] 第8の手段では、前記制御装置は、前記上限値設定部と、前記温度取得部により取得された前記温度の将来値を前記対象毎に予測する温度予測部とを備え、前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値と前記温度予測部により予測された前記対象毎の前記将来値とに基づいて、前記回転電機と前記電池とで所定時間継続して電力を入出力する場合に、前記対象毎の前記将来値が前記対象毎の目標温度よりも低くなるように前記出力上限値を設定する。

[0026] 上記構成によれば、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、回転電機と電池とで所定時間継続して電力を入出力する場合に、対象毎の将来値が対象毎の目標温度よりも低くなるように出力上限値が設定される。このため、対象毎の温度を対象毎の目標温度よりも低く抑えたい場合に、それを実現するように出力許容値を算出することができる。

[0027] 第9の手段では、前記制御装置は、前記回転電機と前記電池とで電力の入出力を継続する継続時間を予測する継続時間予測部と、前記上限値設定部とを備え、前記上限値設定部は、前記継続時間予測部により予測された前記継続時間が閾値よりも短い場合に前記回転電機の出力の大きさを優先して前記出力上限値を設定し、前記継続時間が前記閾値よりも長い場合に前記回転電機の出力効率を優先して前記出力上限値を設定する。

[0028] 回転電機と電池とで電力の入出力を継続する継続時間が短い場合は、各部の温度上昇が小さいため、回転電機の出力を大きくすることが有効である。一方、回転電機と電池とで電力の入出力を継続する継続時間が長い場合は、回転電機の出力効率が高い状態で回転電機の出力を長く継続することが有効である。この点、上記構成によれば、予測された継続時間が閾値よりも短い場合に回転電機の出力の大きさを優先して出力上限値が設定され、予測された継続時間が閾値よりも長い場合に回転電機の出力効率を優先して出力上限値が設定される。このため、回転電機と電池とで電力の入出力を継続する継続時間の長さに応じて、回転電機の出力上限値を適切に設定することができる。

[0029] 第10の手段では、前記制御装置は、前記回転電機、前記電池、及び前記配線の少なくとも1つを冷却する冷却制御の状態を入力する冷却入力部と、前記上限値設定部とを備え、前記上限値設定部は、前記冷却入力部が入力した前記冷却制御の状態にさらに基づいて、前記出力上限値を設定する。

[0030] 上記構成によれば、冷却入力部は、回転電機、電池、及び配線の少なくとも1つを冷却する冷却制御の状態を入力する。そして、冷却入力部が入力した冷却制御の状態にさらに基づいて、回転電の出力上限値が設定される。このため、冷却制御の状態を考慮して、出力上限値を適切に設定することができる。ひいては回転電機の実質的な出力をさらに向上させることができる。

[0031] 第11の手段では、前記システムは、前記回転電機、前記電池、及び前記配線の少なくとも1つを冷却する冷却制御を実行する冷却制御部を備え、前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値を超える前記出力上限値を

設定する場合に、前記冷却制御の出力を上昇させる指令を前記冷却制御部へ送信する。

[0032] 上記構成によれば、上限値設定部は、対象毎の出力許容値を超える出力上限値を設定する場合に、冷却制御の出力を上昇させる指令を冷却制御部へ送信する。このため、各部の温度が過剰に上昇するおそれがある場合は、冷却制御の出力を上昇させて温度上昇を抑制することができる。

[0033] 第12の手段では、前記制御装置は、前記回転電機により制動トルクを発生させる制動要求を車両のブレーキシステムから入力する制動入力部と、前記上限値設定部とを備え、前記上限値設定部は、前記制動入力部が前記制動要求を入力した場合に、制動用出力上限値を前記出力上限値に強制的に設定する。

[0034] 上記構成によれば、制動入力部は、回転電機により制動トルクを発生させる制動要求を、車両のブレーキシステムから入力する。そして、制動入力部が制動要求を入力した場合に、制動用出力上限値が回転電機の出力上限値に強制的に設定される。このため、車両の安全のために回転電機により制動トルクを発生させる必要がある場合は、それを最優先して回転電機の出力上限値を設定することができる。

[0035] 第13の手段では、前記制御装置は、前記回転電機により制動トルクを発生させる制動要求を車両のブレーキシステムから入力する制動入力部と、前記上限値設定部とを備え、前記上限値設定部は、前記出力上限値として短期用出力上限値と長期用出力上限値とを算出し、前記制動入力部が前記制動要求を入力した場合に、前記短期用出力上限値を前記出力上限値に強制的に設定する。

[0036] 上記構成によれば、上限値設定部により、回転電機の出力上限値として短期用出力上限値と長期用出力上限値とが算出される。回転電機の出力が短期間の場合は各部の温度上昇が小さくなるため、短期用出力上限値は長期用出力上限値よりも大きく設定することができる。また、ブレーキシステムから制動要求を入力する期間は、車両を減速させるまでの比較的短期間になる。

そこで、制動入力部が制動要求を入力した場合に、短期用出力上限値が回転電の出力上限値に強制的に設定される。このため、車両の安全のために回転電機により制動トルクを発生させる必要がある場合は、それを最優先して回転電機の出力上限値を設定することができる。

[0037] 第14の手段では、前記許容値算出部及び前記送信部は、前記回転電機を制御する回転電機制御部、又は前記電池を制御する電池制御部に設けられている。

[0038] 上記構成によれば、回転電機を制御する回転電機制御部、又は電池を制御する電池制御部により、上述した許容値算出部及び送信部の各機能を実現することができる。

[0039] 第15の手段では、前記許容値算出部、前記送信部、及び前記上限値設定部は、前記回転電機を制御する回転電機制御部、又は前記電池を制御する電池制御部に設けられている。

[0040] 上記構成によれば、回転電機を制御する回転電機制御部、又は電池を制御する電池制御部により、上述した許容値算出部、送信部、及び上限値設定部の各機能を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0041] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、車載システムを示す概略図であり、
[図2]図2は、回生制御の処理手順を説明するフローチャートであり、
[図3]図3は、電池入力許容値を算出する手順を示すフローチャートであり、
[図4]図4は、充電継続時間と電池温度と入力許容電力との関係を示すマップであり、
[図5]図5は、発電継続時間と回転電機温度と出力許容電力との関係を示すマップであり、
[図6]図6は、ハーネス温度推定の処理手順を示すフローチャートであり、
[図7]図7は、第1実施形態の発電指令上限値を算出する手順を示すフローチ

ャートであり、

[図8]図 8 は、第 2 実施形態及び第 3 実施形態の発電指令上限値を算出する手順を示すフローチャートであり、

[図9]図 9 は、第 4 実施形態の発電指令上限値を算出する手順を示すフローチャートであり、

[図10]図 10 は、温度上昇と通電時間と出力許容電力との関係を示すマップであり、

[図11]図 11 は、第 5 実施形態の発電指令上限値を算出する手順を示すフローチャートであり、

[図12]図 12 は、車速と勾配と回生継続時間との関係を示すマップであり、

[図13]図 13 は、車載システムの変更例を示す概略図であり、

[図14]図 14 は、車載システムの他の変更例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0042] (第 1 実施形態)

以下、回転電機及びバッテリーを含む車載システムに適用される制御装置に具現化した第 1 実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0043] 図 1 に示すように、車載システム 100 (システムに相当) において、回転電機 12 をオルタネータ (発電機) として機能させる場合には、交流出力電流をインバータ 14 により整流し、バッテリー 10 へ電力の供給を行う。一方、回転電機 12 をモータ (電動機) として機能させる場合には、バッテリー 10 から供給される電力をインバータ 14 により交流電流へと変換する。なお、バッテリー 10 (電池に相当) は、例えば、端子間電圧が約 12 V である鉛バッテリーである。

[0044] インバータ 14 は、U 相モジュール 20u と、V 相モジュール 20v と、W 相モジュール 20w とにより構成されている。このインバータ 14 の各相モジュール 20u, 20v, 20w は、回転電機 12 の固定子 30 に巻かれた U 相巻線 31u、V 相巻線 31v、W 相巻線 31w にそれぞれ接続されている。

- [0045] U相モジュール20uには、MOSFETであるU相上アームスイッチング素子21uとU相下アームスイッチング素子22uとが実装されている。U相上アームスイッチング素子21uのソースとU相下アームスイッチング素子22uのドレインとが接続されており、その接続点にはU相巻線31uの第1端が接続されている。一方、U相巻線31uの第2端は中性点32に接続されている。加えて、U相上アームスイッチング素子21uのドレインはバッテリー10の正極に接続されており、U相下アームスイッチング素子22uのソースは接地されている。U相上アームスイッチング素子21u及びU相下アームスイッチング素子22uには、それぞれ、U相上アームダイオード23u及びU相下アームダイオード24uが逆方向に並列接続されている。これらU相上アームスイッチング素子21u及びU相下アームスイッチング素子22uは、U相駆動回路25uにより、開閉状態が制御される。
- [0046] U相モジュール20uには、加えて、U相上アーム感温ダイオード26uとU相下アーム感温ダイオード27uが実装されている。U相上アーム感温ダイオード26uは、U相上アームスイッチング素子21uの近傍に実装されており、U相上アームスイッチング素子21uの発熱に起因する温度変化を検出することができる。同様に、U相下アーム感温ダイオード27uは、U相下アームスイッチング素子22uの近傍に実装されており、U相下アームスイッチング素子22uの発熱に起因する温度変化を検出することができる。これらU相上アーム感温ダイオード26u及びU相下アーム感温ダイオード27uの出力値は、U相駆動回路25uに入力される。
- [0047] V相モジュール20v及びW相モジュール20wの構成については、U相モジュール20uと同様の構成であり、V相巻線31v及びW相巻線31wの接続様態もU相巻線31uと同様であるため、その説明を省略する。要するに、回転電機12とバッテリー10とはハーネス16（配線に相当）により接続されている。ハーネス16には、ハーネス16（回転電機12、バッテリー10）に流れる電流Iを検出する電流センサ51（電流取得部に相当）が接続されている。また、ハーネス16には、インバータ14の入出力端子の

電圧を検出する電圧センサ52と、バッテリー10の入出力端子の電圧を検出する電圧センサ53とが接続されている。電圧センサ52, 53により、ハーネス16における電圧降下 ΔV を取得する電圧降下取得部が構成されている。バッテリー10には、バッテリー10の温度を検出する温度センサ54が取り付けられている。

[0048] U相モジュール20uには、V相モジュール20v及びW相モジュール20wと通信するためのU相接続端子28uが設けられている。同様に、V相モジュール20v及びW相モジュール20wには、それぞれ、V相接続端子28v及びW相接続端子28wが設けられている。U相駆動回路25u、V相駆動回路25v及びW相駆動回路25wは、それぞれ、U相接続端子28u、V相接続端子28v及びW相接続端子28wを介して通信可能に接続されている。W相モジュール20wには、加えて、レギュレータ接続端子29wが設けられており、W相駆動回路25wはこのレギュレータ接続端子29wを介して、レギュレータ40と通信可能に接続されている。

[0049] レギュレータ40は、界磁スイッチング素子41、ダイオード42及び制御部43を含んで構成されている。このレギュレータ40は、回転子の界磁巻線50への通電状態を制御する。界磁スイッチング素子41は、例えばパワーMOSFETであり、ドレインはバッテリー10の正極に接続されており、ソースはダイオード42のカソードに接続されている。ダイオード42のアノードは接地されている。界磁スイッチング素子41とダイオード42との接続点には、界磁巻線50の一端が接続されており、界磁巻線50の他端は接地されている。この界磁スイッチング素子41の開閉状態は、制御部43（回転電機制御部に相当）により制御される。具体的には、制御部43は、界磁スイッチング素子41の1制御周期（一定期間）における通電期間の割合を示すDuty値を変化させる。

[0050] 制御部43は、モジュール接続端子44を介してW相モジュール20wのレギュレータ接続端子29wに接続されており、W相駆動回路25wと通信する。制御部43はW相駆動回路25wへ各スイッチング素子21u, 22

u, 21 v, 22 v, 21 w, 22 wの駆動指令を送信する。具体的には、制御部43へは各相の巻線の電流値が入力され各相の各スイッチング素子21 u, 22 u, 21 v, 22 v, 21 w, 22 wについて、それぞれ、上アームと下アームとのいずれをONとするかを求める。W相駆動回路25 wは、駆動指令に基づいてW相上アームスイッチング素子21 w及びW相下アームスイッチング素子22 wを駆動する。加えて、その駆動指令をU相モジュール20 u及びV相モジュール20 vへと送信する。なお、各上アームスイッチング素子21 u, 21 v, 21 w及び各下アームスイッチング素子22 u, 22 v, 22 wのいずれをONとするかの判定を、各相の駆動回路25 u, 25 v, 25 wが実行するものとしてもよい。

[0051] 加えて、W相駆動回路25 wは、各感温ダイオード26 u, 27 u, 26 v, 27 v, 26 w, 27 wの検出値を取得し、制御部43へ出力する。制御部43は、上位の制御部であるECU60と信号の送受信を行う。ECU60は、車両のエンジンを制御するエンジンECUや、車両の電気エネルギーを総合的に制御するパワマネECUである。

[0052] 次に、図2のフローチャートを参照して、車載システム100により実行される回生制御を説明する。この一連の処理は、所定周期で繰り返し実行される。

[0053] まず、ECU60は、車両の状態及びバッテリー10への充電要求に基づいて、回生発電を実施する要求があるか否か判定する(S11)。回生発電を実施する要求がないと判定した場合(S11:NO)、この一連の処理を一端終了する(END)。

[0054] 一方、回生発電を実施する要求があると判定した場合(S11:YES)、ECU60は、制動トルク要求、バッテリー10への充電要求、電気負荷の状態等に基づいて、発電指令値を算出する(S12)。

[0055] 続いて、制御部43は、バッテリー10の入力許容値を取得する(S13)。このS13の処理は、制御部43により図3のフローチャートに示す手順で実行される。

- [0056] 図3に示すように、まず、温度センサ54（温度取得部に相当）によりバッテリー10の温度を検出させる（S131）。検出されたバッテリー10の温度に基づいて、バッテリー10の入力として許容する上限である電池入力許容値を算出する（S132）。詳しくは、図4に示すマップに、回生制御によるバッテリー10の充電継続時間とバッテリー10の温度とを適用して、電池入力許容値としてのバッテリー10の入力許容電力（入力許容電力の基本値）を算出する。図4のマップにおいて、充電継続時間が長いほど入力許容電力は小さくなっており、バッテリー10の温度が高いほど入力許容電力は小さくなっている。
- [0057] 続いて、バッテリー10の温度予測に基づいて、電池入力許容値を補正する（S133）。詳しくは、バッテリー10の現在温度、バッテリー10の周囲の雰囲気温度、バッテリー10への充電電流等をマップや計算式に適用して、バッテリー10の温度の将来値を予測する。そして、この将来値に基づいて、電池入力許容値を補正する。例えば、予測された将来値が高いほど、電池入力許容値を小さい値に補正する。
- [0058] なお、温度の将来値を予測するパラメータが適切でない場合は、将来値の予測精度が低下するおそれがある。そこで、予測した将来値と、温度センサ54により検出された温度とに基づいて、将来値を予測するパラメータ（マップや、計算式の係数等）を補正する。詳しくは、予測した将来値とその後に出した実際の温度とがずれていた場合は、そのずれを抑制するようにパラメータを補正する。
- [0059] 続いて、バッテリー10の劣化があるか否か判定する（S134）。具体的には、バッテリー10の内部抵抗に基づく周知の劣化判定方法等により、バッテリー10の劣化があるか否か判定する（S134）。バッテリー10の劣化があると判定した場合（S134：YES）、劣化状態に基づいて電池入力許容値を補正する（S135）。例えば、バッテリー10の劣化が進行している場合に回転電機12の出力を向上させると、劣化が更に進行するおそれがある。そこで、バッテリー10の劣化が進行しているほど、電池入力許容値を小

さい値に補正する。

[0060] 続いて、バッテリー 10 の温度が所定温度よりも低いか否か判定する (S 136)。例えば、バッテリー 10 の温度が所定温度 (0℃等) よりも低い場合は、バッテリー 10 の性能を十分に発揮できないおそれがある。そこで、温度センサ 54 により検出されたバッテリー 10 の温度が所定温度よりも低い場合に、バッテリー 10 の出力として許容する上限である出力許容値を所定許容値よりも大きく算出する。所定許容値は、バッテリー 10 の温度と補正值との関係を規定したマップに基づき算出される値でもよいし、バッテリー 10 の温度を早期に上昇させるために予め設定された固定値であってもよい。その後、この一連の処理を一旦終了する (END)。なお、S 131 の処理が温度取得部としての処理に相当し、S 134 の処理が劣化状態取得部としての処理に相当する。

[0061] 図 2 に戻り、続いて制御部 43 は、回転電機 12 の出力として許容する上限である出力許容値を取得する (S 14)。詳しくは、図 5 に示すマップに、回生制御による回転電機 12 の発電継続時間と回転電機 12 の温度とを適用して、回転電機 12 の出力許容値としての出力許容電力を算出する。図 5 のマップにおいて、発電継続時間が長いほど出力許容電力は小さくなっており、回転電機 12 の温度が高いほど出力許容電力は小さくなっている。回転電機 12 の温度として、感温ダイオード 26u, 27u, 26v, 27v, 26w, 27w の検出値を用いてもよいし、温度センサにより固定子 30 等の温度を検出してもよい。

[0062] 続いて、ハーネス 16 の入力として許容する上限である通電許容値を取得する (S 15)。詳しくは、図 4, 5 と同様のマップに、回生制御によるハーネス 16 の通電継続時間とハーネス 16 の温度とを適用して、ハーネス 16 の通電許容値としての通電許容電力を算出する。なお、ハーネス 16 がヒューズにより中継されている場合は、ヒューズの容量も考慮して通電許容電力を算出してもよい。

[0063] ここで、図 6 のフローチャートを参照して、ハーネス 16 の温度を推定す

る手順を説明する。この一連の処理は、制御部43により所定の周期で繰り返し実行される。

[0064] まず、ハーネス16を流れる電流 I を取得する(S151)。詳しくは、電流センサ51により、ハーネス16を流れる電流 I を検出させる。

[0065] 続いて、検出した電流 I とハーネス16の抵抗 R とに基づいて、ハーネス16の発熱量 Q [J]を算出する(S152)。詳しくは、発熱量 $Q = \text{抵抗} R \times \text{電流} I^2 \times \text{時間} t$ の式により、発熱量 Q を算出する(「電流 I^2 」は電流 I の2乗を表す)。抵抗 R は、ハーネス16を流れる電流 I と、ハーネス16における電圧降下 ΔV とに基づいて算出する。すなわち、抵抗 $R = \text{電圧降下} \Delta V / \text{電流} I$ の式により、抵抗 R を算出する。電圧降下 ΔV は、電圧センサ52により検出したインバータ14の入出力端子の電圧と、電圧センサ53により検出したバッテリー10の入出力端子の電圧との差である。

[0066] 続いて、ハーネス16の初期温度と発熱量 Q と雰囲気温度とに基づいて、現在のハーネス16の温度を推定する(S153)。ハーネス16の初期温度として、ハーネス16の周囲の雰囲気温度を用いる。具体的には、熱伝導方程式に基づく周知の温度推定方法等により、現在のハーネス16の温度を推定する。なお、車両の走行や、ファン等による風の影響を考慮することで、ハーネス16の温度を推定する精度が向上する。その後、この一連の処理を一旦終了する(END)。なお、S13～S15の処理が許容値算出部としての処理に相当し、S151～S153の処理が温度推定部(温度取得部)としての処理に相当する。また、温度センサによりハーネス16の温度を検出することもできる。

[0067] 図2に戻り、続いてECU60は、バッテリー10、回転電機12、及びハーネス16の各許容値に基づいて、発電指令の上限である発電指令上限値を算出する(S16)。バッテリー10、回転電機12、及びハーネス16の各許容値は、制御部43によりECU60へ送信される。この送信処理が送信部としての処理に相当する。このS16の処理は、ECU60により図7のフローチャートに示す手順で実行される。

[0068] まず、回転電機 12 の出力許容値 [W] とバッテリー 10 の入力許容値 [W] とハーネス 16 の通電許容値 [W] とに基づいて、発電許容電力 [W] を算出する (S 161)。詳しくは、回転電機 12 の出力許容値 [W]、バッテリー 10 の入力許容値 [W]、及びハーネス 16 の通電許容値 [W] のうち最小値を、発電許容電力 [W] (出力上限値に相当) とする。すなわち、出力上限値は、指令を受ける側として受け入れられる上限である出力許容値 (入力許容値) に基づいて設定されるものであり、本実施形態では、温度を取得する対象毎の許容値 (出力許容値に相当) のうち最低の許容値を、出力上限値に設定する。

[0069] 続いて、算出した発電許容電力 [W] に基づいて、発電指令上限値としての発電トルク上限値を算出する (S 162)。詳しくは、発電トルク上限値 [Nm] = 発電許容電力 [W] / 回転速度 [rad/s] × 発電効率 [%] の式により、発電トルク上限値 [Nm] を算出する。回転速度 [rad/s] は、回転電機 12 の回転速度である。発電効率 [%] は、回生発電を行う際に回転電機 12 が運動エネルギーを電気エネルギーに変換する効率である。なお、上記式に限らず、発電許容電力 [W] を発電トルク上限値 [Nm] に変換するマップ等を用いてもよい。その後、この一連の処理を一旦終了する (END)。なお、S 16 の処理が上限値設定部としての処理に相当する。

[0070] 図 2 に戻り、続いて ECU 60 は、発電指令値を発電指令上限値で制限する (S 17)。具体的には、発電指令値及び発電指令上限値のうち最小値を、新たな発電指令値として設定する。続いて ECU 60 は、設定された発電指令値に基づいて、回転電機 12 により回生発電を実施させる (S 18)。具体的には、回転電機 12 が発電指令値で発電するように、制御部 43 により界磁巻線 50 への通電状態を制御する Duty 値を変化させる。なお、発電指令値としては、発電トルクに限らず、発電電圧、発電電流、界磁電流、界磁デューティ等を用いることもできる。その後、この一連の処理を一旦終了する (END)。

[0071] 以上詳述した本実施形態は、以下の利点を有する。

- [0072] ・回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の温度が取得される。
そして、取得された温度に基づいて、温度を取得する対象毎に回転電機 12 の出力許容値が算出される。このため、回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の温度を考慮して、回転電機 12 の出力許容値を算出することができる。
- [0073] ・制御部 43 によって、算出された対象毎の出力許容値が、ECU 60 へ送信される。このため、ECU 60 は、回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の出力許容値を用いて、回転電機 12 の出力上限値（発電許容電力）を設定することができる。したがって、回転電機 12 や、バッテリー 10、ハーネス 16 の温度が過度に上昇することを抑制しつつ、回転電機 12 の出力を向上させるように出力上限値を設定することができる。
- [0074] ・回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の出力許容値を考慮して、車載システム 100 全体として回転電機 12 の出力上限値を最適に設定することができる。その結果、回転電機 12 や、バッテリー 10、ハーネス 16 の能力を過剰に上げることを抑制しつつ、回転電機 12 の実質的な出力を向上させることができる。
- [0075] ・回転電機 12 とバッテリー 10 とにおける電力の入出力の継続時間にさらに基づいて、回転電機 12 の出力許容値が算出される。このため、回転電機 12 の出力許容値をより適切に算出することができる。
- [0076] ・ハーネス 16 に流れる電流が電流センサ 51 により取得され、取得された電流とハーネス 16 の抵抗とに基づいてハーネス 16 の温度が推定される。このため、ハーネス 16 の温度を検出する温度センサを省略することができる。
- [0077] ・取得されたハーネス 16 に流れる電流と、取得されたハーネス 16 における電圧降下とに基づいて、ハーネス 16 の抵抗が算出される。このため、ハーネス 16 の抵抗を正確に算出することができ、ハーネス 16 の温度を正確に推定することができる。ひいては、回転電機 12 の出力許容値を適切に算出することができ、この出力許容値を用いて回転電機 12 の出力上限値を

適切に設定することができる。

- [0078] ・ バッテリ 10 の現在温度、バッテリ 10 の周囲の雰囲気温度、バッテリ 10 への充電電流等をマップや計算式に適用して、バッテリ 10 の温度の将来値が予測される。そして、温度の将来値に基づいて出力許容値が補正されるため、温度の将来値を考慮して出力許容値をより適切に算出することができる。
- [0079] ・ 予測した将来値と、温度センサ 54 により取得された温度とに基づいて、将来値を予測するパラメータが補正される。このため、予測した将来値と実際の温度とがずれている場合は、将来値を予測するパラメータを補正して、将来値の予測精度を向上させることができる。
- [0080] ・ 温度を取得する対象（例えばバッテリ 10）の劣化状態が取得される。そして、温度を取得する対象の劣化状態を考慮して、出力許容値を適切に補正することができる。
- [0081] ・ バッテリ 10 の温度が所定温度よりも低い場合に、出力許容値が所定許容値よりも大きく算出される。このため、回転電機 12 とバッテリ 10 とで入出力される電力を増加させることができ、バッテリ 10 の温度上昇を促進することができる。したがって、バッテリ 10 の性能を早期に確保することができる。
- [0082] ・ 対象毎の出力許容値のうち最低の出力許容値が、出力上限値に設定される。このため、対象の全てにおいて、温度が過度に上昇することを抑制することができる。
- [0083] なお、上記実施形態を、以下のように変更して実施することもできる。
- [0084] ・ 制御部 43 は、予測したバッテリ 10 の温度の将来値が目標温度よりも低くなるように、バッテリ 10 の入力許容値を算出してもよい。こうした構成によれば、バッテリ 10 の温度を目標温度よりも低く抑えたい場合に、それを実現するように入力許容値を算出することができる。また、バッテリ 10 に限らず、予測した対象の温度の将来値が目標温度よりも低くなるように、対象の許容値を算出してもよい。

- [0085] ・回転電機 12 とバッテリー 10 とで電力を入出力する効率は、回転電機 12 やバッテリー 10 の状態に応じて変化する。回転電機 12 による回生発電が継続する場合は、出力を一時的に最高にするよりも、所定時間後における効率を最高にする方が、運動エネルギーを有効に利用することができる。そこで、制御部 43 は、所定時間後における回転電機 12 とバッテリー 10 とで電力を入出力する効率を算出し、効率が最高となるように許容値を補正してもよい。例えば、回生発電が所定時間継続する場合のバッテリー 10 の温度上昇を予測して、所定時間後にバッテリー 10 の電力変換効率が最高となるように許容値を補正する。こうした構成によれば、回転電機 12 の実質的な出力を向上させるだけでなく、エネルギーを有効に利用することができる。また、所定時間後においてバッテリー 10 の出力が最高となるように許容値を補正することもできる。
- [0086] ・予測した将来値と、温度センサ 54 により検出された温度とに基づいて、将来値を予測するパラメータを補正する処理を省略することもできる。また、S 133 の処理を省略することもできる。
- [0087] ・S 134, S 135 の処理を省略することもできる。また、S 136, S 137 の処理を省略することもできる。
- [0088] ・ECU 60 は、取得された温度が対象毎の温度上限値に最も近い対象の出力許容値を、出力上限値に設定してもよい。こうした構成によれば、温度が上限値に最も近い対象であっても、温度が過度に上昇することを抑制することができる。
- [0089] ・充電継続時間や発電継続時間としては、実際に継続した時間に限らず、継続すると予測される時間を用いることもできる（継続時間予測部）。また、充電継続時間や発電継続時間を考慮せず、各対象の温度に基づいて各対象の出力許容値を算出することもできる。
- [0090] ・上記実施形態では、回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の温度を取得し、これらの温度に基づいて対象毎に回転電機 12 の出力許容値を算出した。しかしながら、バッテリー 10 及びハーネス 16 の少なくとも 1

つの温度を取得し、その温度に基づいて回転電機 12 の出力許容値を算出してもよい。また、回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の少なくとも 2 つの温度を取得し、その温度に基づいて回転電機 12 の出力許容値を算出してもよい。

[0091] ・ハーネス 16 の抵抗 R として、予め設定された固定値を用いることもできる。

[0092] ・バッテリー 10 として、鉛バッテリーに限らず、L i イオンバッテリー等を採用することもできる。

[0093] ・図 2 の回生制御における発電指令上限値の算出に代えて、回転電機 12 の駆動制御における駆動指令上限値の算出を行うこともできる。この場合、発電を駆動に代えるとともに、回転電機 12 とバッテリー 10 との入出力を逆にして、上記実施形態に準じた処理を実行すればよい。また、回転電機 12 として、発電機、電動機、I S G (Integrated Starter Generator)、M G (Motor Generator) 等を採用することができる。

[0094] (第 2 実施形態)

図 8 のフローチャートを参照して、第 2 実施形態の発電指令上限値を算出する手順を、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。この一連の処理は、図 7 の発電指令上限値を算出する処理を変更したものであり、E C U 6 0 により実行される。

[0095] まず、回転電機 12 の出力許容値 $[W]$ とバッテリー 10 の入力許容値 $[W]$ とハーネス 16 の通電許容値 $[W]$ とに基づいて、発電許容電力 $[W]$ を算出する (S 1 6 1 A)。ここで、各許容値に係数 α , β , γ をそれぞれ掛けることにより、各許容値の重み付けを行う。

[0096] 詳しくは、制御部 43 は、回転電機 12、バッテリー 10、及びハーネス 16 の温度の将来値をそれぞれ予測する。この処理が温度予測部としての処理に相当する。そして、E C U 6 0 は、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、回転電機 12 とバッテリー 10 とで所定時間継続して電力を入出力する積算値を算出し、積算値が最大となるように係数 α , β , γ

を設定する。例えば、温度上昇による許容値の減少が大きい対象の係数を、温度上昇による許容値の減少が小さい対象の係数よりも小さく設定する。このように重み付けを行った許容値のうち最小値を、発電許容電力[W]（出力上限値に相当）とする。積算値は単位時間の電力値の総和を求めることで算出できる。

[0097] 続いて、算出した発電許容電力[W]に基づいて、発電指令上限値としての発電トルク上限値を算出する（S162A）。S162Aの処理はS162の処理と同一である。その後、この一連の処理を一旦終了する（END）。なお、S161Aの処理が上限値設定部としての処理に相当する。

[0098] 本実施形態によれば、対象毎の温度の将来値が対象毎に予測される。そして、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、回転電機12とバッテリー10とで所定時間継続して電力を入出力する積算値が算出され、この積算値が最大となるように出力許容値が設定される。このため、回転電機12とバッテリー10とで所定時間継続して電力を入出力する場合に、エネルギーを最大限利用することができる。

[0099] （第3実施形態）

第3実施形態の発電指令上限値を算出する手順を、第2実施形態との相違点を中心に説明する。

[0100] 本実施形態では、ECU60は、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、所定時間後における回転電機12とバッテリー10とで電力を入出力する効率が最高となるように係数 α 、 β 、 γ を設定する。例えば、温度上昇による効率の低下が大きい対象の係数を、温度上昇による効率の低下が小さい対象の係数よりも小さく設定する。ハーネス16では、温度上昇による許容値の減少が効率の低下に相当する。このように重み付けを行った許容値のうち最小値を、発電許容電力[W]（出力上限値に相当）とする。

[0101] 本実施形態によれば、対象毎の温度の将来値が対象毎に予測される。そして、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、所定時間後

における回転電機 12 とバッテリー 10 とで電力を入出力する効率が算出され、この効率が最高となるように出力許容値が設定される。このため、回転電機 12 の実質的な出力を向上させるだけでなく、エネルギーを有効に利用することができる。

[0102] (第 4 実施形態)

図 9 のフローチャートを参照して、第 4 実施形態の発電指令上限値を算出する手順を、第 1 実施形態との相違点を中心に説明する。この一連の処理は、図 2 の S 13 ～ S 15 の処理、及び図 7 の発電指令上限値を算出する処理を変更したものである。第 1 実施形態と同一の処理については同一のステップ番号を付すことにより説明を省略する。

[0103] まず、制御部 43 は、回転電機 12 の現在の温度を取得する (S 141)。回転電機 12 の許容温度 (目標温度に相当) から現在の温度を引いて、温度上昇制限値を算出する (S 142)。温度上昇制限値、通電時間、及びこれらと出力許容電力との関係に基づいて、回転電機 12 の出力許容電力 [W] を算出する (S 143)。詳しくは、図 10 に示すマップに、温度上昇制限値と通電時間とを適用して、温度上昇が温度上昇制限値を超えないように、回転電機 12 の出力許容値としての出力許容電力を算出する。通電時間は、車速やドライバの操作に基づく推定値等を用いる。図 10 のマップにおいて、出力許容電力が大きいほど温度上昇が大きくなっており、通電時間が長いほど温度上昇が大きくなっている。

[0104] 続いて、バッテリー 10 及びハーネス 16 についても、同様に許容値 [W] を算出する (S 160)。S 161 及び S 162 の処理は、図 7 と同一である。なお、S 141 ～ S 160 の処理が許容値算出部としての処理に相当する。

[0105] 本実施形態によれば、対象毎の出力許容値と対象毎の温度の将来値とに基づいて、回転電機 12 とバッテリー 10 とで所定時間継続して電力を入出力する場合に、対象毎の将来値が対象毎の許容温度よりも低くなるように出力上限値が設定される。このため、対象毎の温度を対象毎の許容温度よりも低く

抑えたい場合に、それを実現するように出力許容値を算出することができる。

[0106] (第5実施形態)

第5実施形態の発電指令上限値を算出する手順を、図11のフローチャートを参照して、第2実施形態との相違点を中心に説明する。相違点は図8の発電指令上限値を算出する処理におけるS161Aで参照される係数 α 、 β 、 γ の算出方法であり、この一連の処理は、ECU60により実行される。

[0107] まず、車両の走行情報を取得する(S161B)。走行情報としては、車速と走行路の勾配を取得する。勾配センサによる検出値や、カーナビからの情報等に基づいて、勾配を取得することができる。

[0108] 続いて、車速と勾配とに基づいて、回生継続時間を算出する(S162B)。詳しくは、図12に示すマップに、車速と勾配とを適用して、回生継続時間を算出する。図12のマップにおいて、車速が高いほど回生継続時間が長くなっており、勾配が急なほど回生継続時間が長くなっている。

[0109] 続いて、回生継続時間が所定値(閾値に相当)よりも長いかな否かを判定する(S163B)。回生継続時間が所定値よりも長いと判定した場合(S163B: YES)、回転電機12の出力効率を優先して発電指令上限値を算出する(S164B)。具体的には、第3実施形態と同様に、所定時間後における回転電機12とバッテリー10とで電力を入出力する効率が最高となるように係数 α 、 β 、 γ を設定する。

[0110] 一方、回生継続時間が所定値よりも長くないと判定した場合(S163B: NO)、回転電機12の出力の大きさを優先して発電指令上限値を算出する(S165B)。具体的には、第2実施形態と同様に、回転電機12とバッテリー10とで所定時間継続して電力を入出力する積算値が最大となるように係数 α 、 β 、 γ を設定する。そして、算出した発電許容電力[W]に基づいて、発電指令上限値としての発電トルク上限値を算出する。なお、S161B～S165Bの処理が上限値設定部としての処理に相当する。

[0111] 回転電機12とバッテリー10とで電力の入出力を継続する継続時間が短い

場合は、各部の温度上昇が小さいため、回転電機 12 の出力を大きくすることが有効である。一方、回転電機 12 とバッテリー 10 とで電力の入出力を継続する継続時間が長い場合は、回転電機 12 の出力効率が高い状態で回転電機 12 の出力を長く継続することが有効である。

[0112] 本実施形態によれば、予測された継続時間が閾値よりも短い場合に回転電機 12 の出力の大きさを優先して出力上限値が設定され、予測された継続時間が閾値よりも長い場合に回転電機 12 の出力効率を優先して出力上限値が設定される。このため、回転電機 12 とバッテリー 10 とで電力の入出力を継続する継続時間の長さに応じて、回転電機 12 の出力上限値を適切に設定することができる。

[0113] 上記の各実施形態を、以下のように変更して実施することもできる。

[0114] ・図 13 に示すように、車載システム 100 が回転電機 12 を冷却するファン 17 を備えており、制御部 43 (ECU) がファン 17 の駆動を制御してもよい (冷却制御部による冷却制御)。ECU 60 (冷却入力部に相当) は、制御部 43 から冷却制御の状態を入力する。そして、ECU 60 は、入力した冷却制御の状態にさらに基づいて、出力上限値を設定してもよい。こうした構成によれば、冷却制御の状態を考慮して、出力上限値を適切に設定することができ、ひいては回転電機 12 の実質的な出力をさらに向上させることができる。なお、冷却制御は、回転電機 12 に限らず、バッテリー 10 やハーネス 16 を対象に実行してもよい。冷却制御の状態として、冷却水温等を考慮してもよい。

[0115] ・また、ECU 60 は、対象毎の出力許容値を超える出力上限値を設定する場合に、上記冷却制御の出力を上昇させる指令を制御部 43 へ送信してもよい。こうした構成によれば、各部の温度が過剰に上昇するおそれがある場合は、冷却制御の出力を上昇させて温度上昇を抑制することができる。

[0116] ・図 13 に示すように、車載システム 100 がブレーキシステム 18 を備えており、ECU 60 (制動入力部に相当) がブレーキシステム 18 から制動要求を入力してもよい。制動要求は、回転電機 12 により制動トルクを発

生させる要求である。そして、ECU60は、制動要求を入力した場合に、制動用出力上限値を出力上限値に強制的に設定してもよい。こうした構成によれば、車両の安全のために回転電機12により制動トルクを発生させる必要がある場合は、それを最優先して回転電機12の出力上限値を設定することができる。

[0117] ・あるいは、ECU60は、出力上限値として短期用出力上限値と長期用出力上限値とを算出し、制動要求を入力した場合に、短期用出力上限値を前記出力上限値に強制的に設定してもよい。回転電機12の出力が短期間の場合は各部の温度上昇が小さくなるため、短期用出力上限値は長期用出力上限値よりも大きく設定することができる。また、ブレーキシステム18から制動要求を入力する期間は、車両を減速させるまでの比較的短期間になる。そこで、制動要求を入力した場合に、短期用出力上限値が回転電機12の出力上限値に強制的に設定される。このため、車両の安全のために回転電機12により制動トルクを発生させる必要がある場合は、それを最優先して回転電機12の出力上限値を設定することができる。

[0118] ・上記各実施形態では、許容値算出部及び送信部は、回転電機12を制御する制御部43に設けられていたが、バッテリー10を制御する電池ECU46（電池制御部に相当）に設けられていてもよい。こうした構成によれば、電池ECU46により、上述した許容値算出部及び送信部の各機能を実現することができる。また、許容値算出部、送信部、及び上限値設定部が、制御部43又は電池ECUに設けられていてもよい。その場合は、制御部43又は電池ECUは、ECU60から必要な情報を受信すればよく、通信が不要な処理については制御の応答性を向上させることができる。なお、図14に示すように、例えばECU60と電池ECU46とで必要な情報を送受信する際に、制御部43が中継を行ってもよい。同様に、電池ECU46が中継を行ってもよい。

[0119] また、回転電機12やバッテリー10の状態に応じて変化する電力を入出力する効率は、所定時間後における効率を最高にするものには限られず、回転

電機 12 による回生発電が継続する場合、現時点の出力よりも、所定時間後における効率を高くするだけでも、運動エネルギーをより有効に利用することができる。そこで、制御部 43 は、所定時間後における回転電機 12 とバッテリー 10 とで電力を入出力する効率を算出し、効率が現時点より高くなるように許容値を補正してもよい。こうした構成によれば、回転電機 12 の実質的な出力を向上させるだけでなく、エネルギーを有効に利用することができる。また、所定時間後においてバッテリー 10 の出力が現時点より高くなるように許容値を補正することもできる。

[0120] 同様に、バッテリー 10 の入出力効率についても所定時間後において現在よりも高くなるように出力上限値を設定してもいい。

[0121] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] 回転電機（12）と、前記回転電機（16）に配線により接続された電池（10）と、前記回転電機の出力指令の上限である出力上限値を設定する上限値設定部（43、46、60）と、を備えるシステム（100）に適用され、前記回転電機を制御する制御装置であって、
前記回転電機、前記電池、及び前記配線の少なくとも2つの温度を取得する温度取得部（26u、26v、26w、27u、27v、27w、43、46、51～53、54）と、
前記温度取得部により取得された前記温度に基づいて、前記温度を取得する対象毎に前記回転電機の出力指令を許容する上限である出力許容値を算出する許容値算出部（43、46）と、
前記許容値算出部により算出された前記対象毎の前記出力許容値を、前記上限値設定部へ送信する送信部（43、46）と、
を備える回転電機の制御装置。
- [請求項2] 前記許容値算出部は、前記回転電機と前記電池とにおける電力の入出力の継続時間にさらに基づいて、前記回転電機の出力許容値を算出する請求項1に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記上限値設定部を備え、
前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値のうち最低の前記出力許容値を、前記出力上限値に設定する請求項1又は2に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記上限値設定部を備え、
前記上限値設定部は、前記温度取得部により取得された前記温度が前記対象毎の温度上限値に最も近い対象の前記出力許容値を、前記出力上限値に設定する請求項1又は2に記載の回転電機の制御装置。
- [請求項5] 前記制御装置は、前記上限値設定部と、前記温度取得部により取得された前記温度の将来値を前記対象毎に予測する温度予測部（43、46、60）とを備え、

前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値と前記温度予測部により予測された前記対象毎の前記将来値とに基づいて、前記回転電機と前記電池とで所定時間継続して電力を入出力する積算値を算出し、前記積算値が最大となるように前記出力上限値を設定する請求項 1 又は 2 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項6] 前記制御装置は、前記上限値設定部と、前記温度取得部により取得された前記温度の将来値を前記対象毎に予測する温度予測部とを備え、

前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値と前記温度予測部により予測された前記対象毎の前記将来値とに基づいて、所定時間後における前記回転電機と前記電池とで電力を入出力する効率を算出し、前記効率が最高となるように前記出力上限値を設定する請求項 1 又は 2 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項7] 前記温度取得部（54）は、前記電池の温度を取得し、

前記上限値設定部は、前記温度取得部により取得された前記電池の温度が所定温度よりも低い場合に、前記効率として前記所定時間後における前記電池の入出力効率を算出し、前記電池の入出力効率が最高となるように前記出力上限値を設定する請求項 6 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項8] 前記制御装置は、前記上限値設定部と、前記温度取得部により取得された前記温度の将来値を前記対象毎に予測する温度予測部とを備え、

前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値と前記温度予測部により予測された前記対象毎の前記将来値とに基づいて、前記回転電機と前記電池とで所定時間継続して電力を入出力する場合に、前記対象毎の前記将来値が前記対象毎の目標温度よりも低くなるように前記出力上限値を設定する請求項 1 又は 2 に記載の回転電機の制御装置。

[請求項9] 前記制御装置は、前記回転電機と前記電池とで電力の入出力を継続する継続時間を予測する継続時間予測部（４３、４６、６０）と、前記上限値設定部とを備え、

前記上限値設定部は、前記継続時間予測部により予測された前記継続時間が閾値よりも短い場合に前記回転電機の出力の大きさを優先して前記出力上限値を設定し、前記継続時間が前記閾値よりも長い場合に前記回転電機の出力効率を優先して前記出力上限値を設定する請求項１又は２に記載の回転電機の制御装置。

[請求項10] 前記制御装置は、前記回転電機、前記電池、及び前記配線の少なくとも１つを冷却する冷却制御の状態を入力する冷却入力部（４３、４６、６０）と、前記上限値設定部とを備え、

前記上限値設定部は、前記冷却入力部が入力した前記冷却制御の状態にさらに基づいて、前記出力上限値を設定する請求項１～９のいずれか１項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項11] 前記システムは、前記回転電機、前記電池、及び前記配線の少なくとも１つを冷却する冷却制御を実行する冷却制御部（１７、４３）を備え、

前記上限値設定部は、前記対象毎の前記出力許容値を超える前記出力上限値を設定する場合に、前記冷却制御の出力を上昇させる指令を前記冷却制御部（４３）へ送信する請求項１～１０のいずれか１項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項12] 前記制御装置は、前記回転電機により制動トルクを発生させる制動要求を車両のブレーキシステム（１８）から入力する制動入力部（４３、４６、６０）と、前記上限値設定部とを備え、

前記上限値設定部は、前記制動入力部が前記制動要求を入力した場合に、制動用出力上限値を前記出力上限値に強制的に設定する請求項１～１１のいずれか１項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項13] 前記制御装置は、前記回転電機により制動トルクを発生させる制動

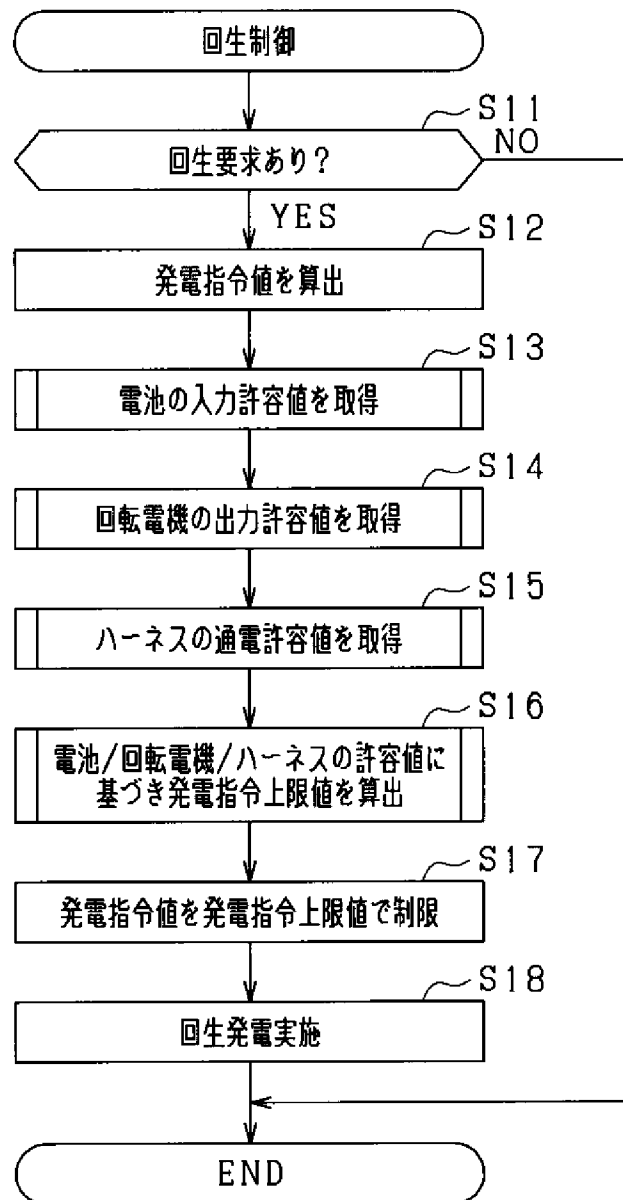
要求を車両のブレーキシステムから入力する制動入力部と、前記上限値設定部とを備え、

前記上限値設定部は、前記出力上限値として短期用出力上限値と長期用出力上限値とを算出し、前記制動入力部が前記制動要求を入力した場合に、前記短期用出力上限値を前記出力上限値に強制的に設定する請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の回転電機の制御装置。

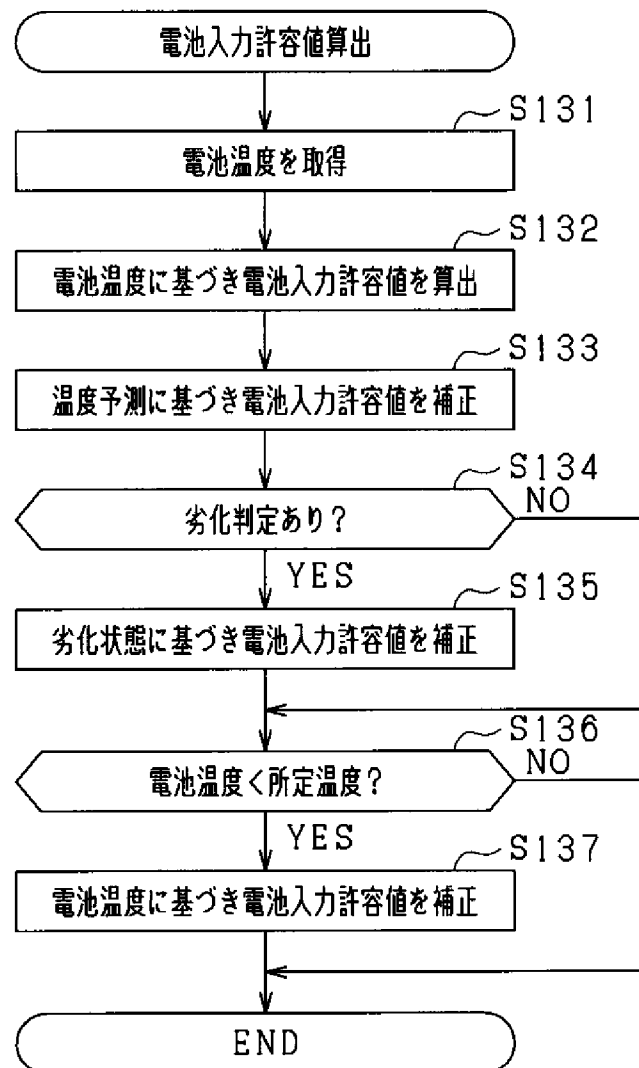
[請求項14] 前記許容値算出部及び前記送信部は、前記回転電機を制御する回転電機制御部（43）、又は前記電池を制御する電池制御部（46）に設けられている請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の回転電機の制御装置。

[請求項15] 前記許容値算出部、前記送信部、及び前記上限値設定部は、前記回転電機を制御する回転電機制御部、又は前記電池を制御する電池制御部に設けられている請求項 1 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の回転電機の制御装置。

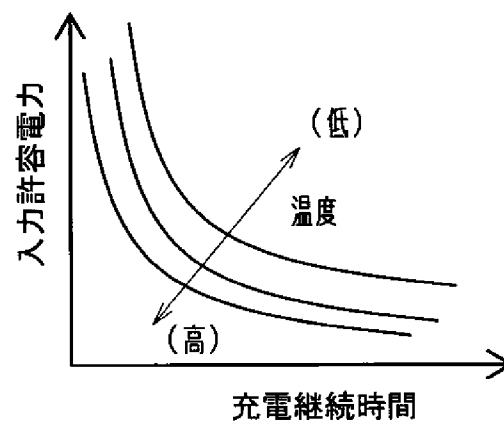
[図2]



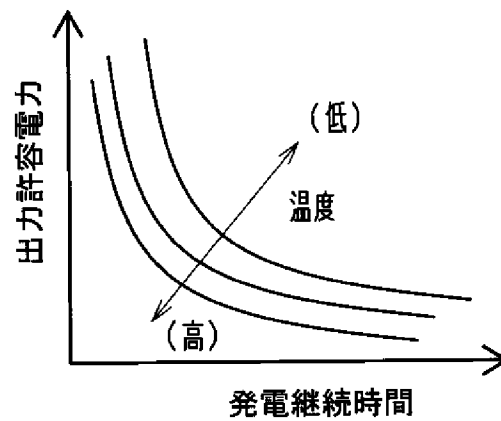
[図3]



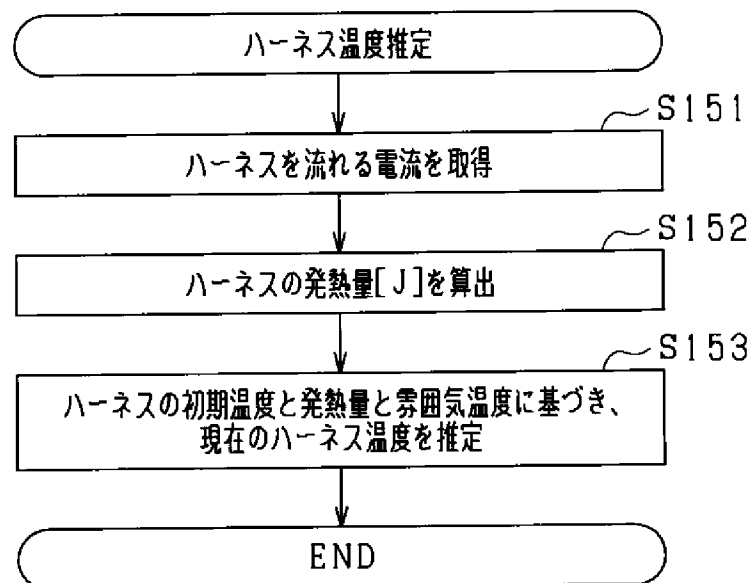
[図4]



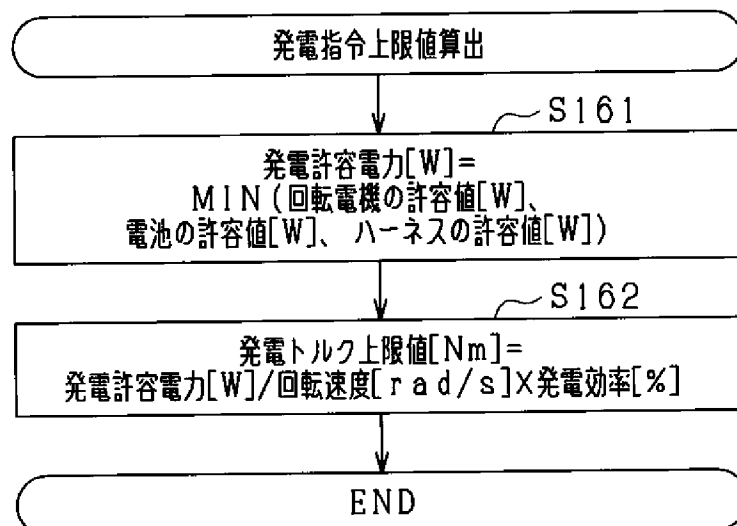
[図5]



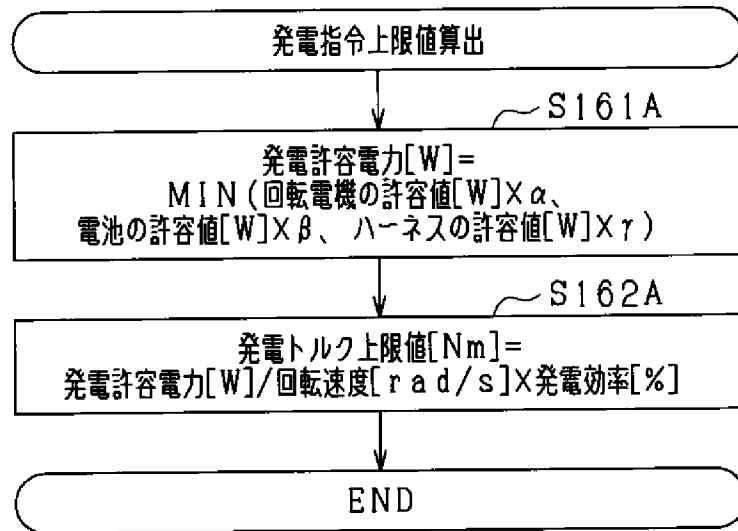
[図6]



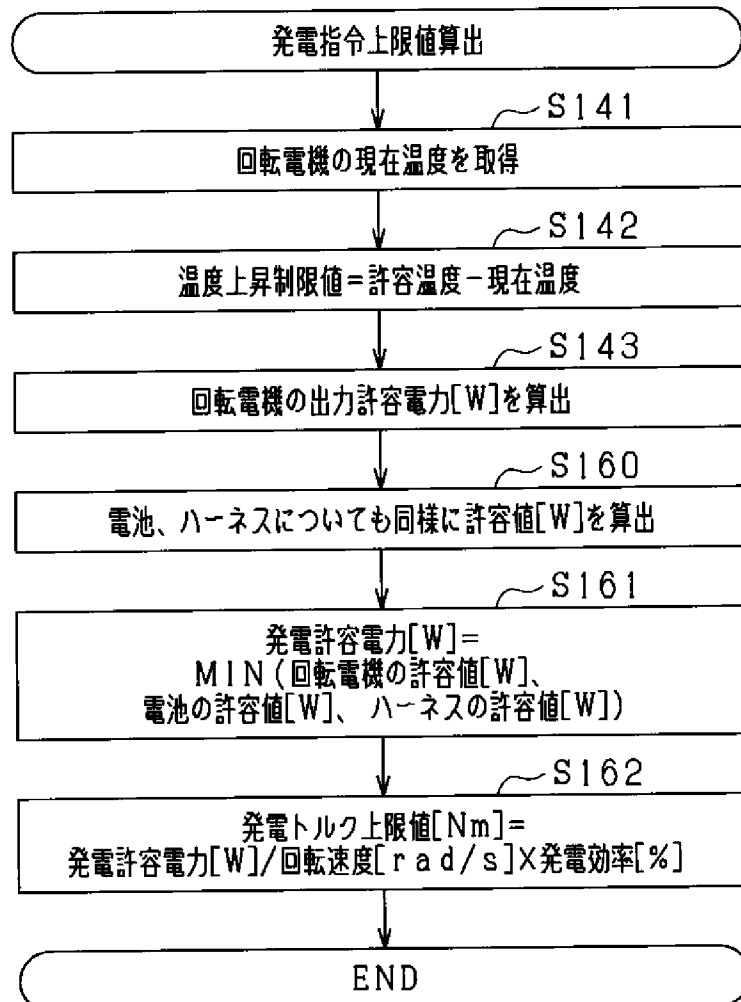
[図7]



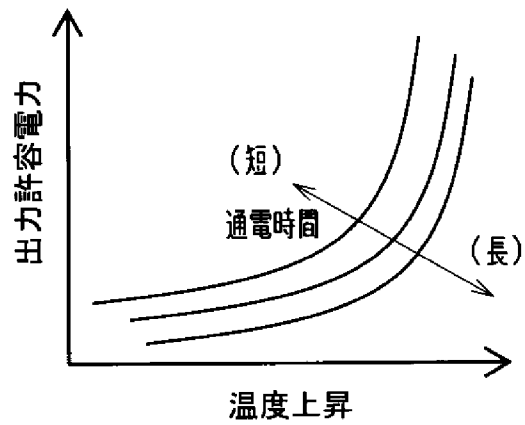
[図8]



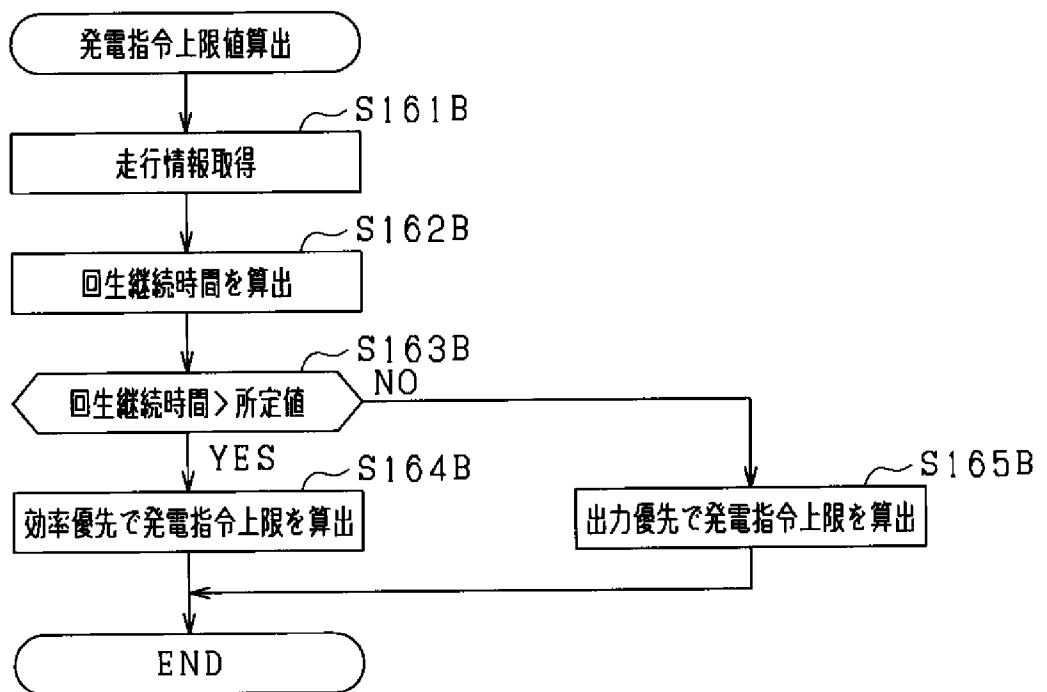
[図9]



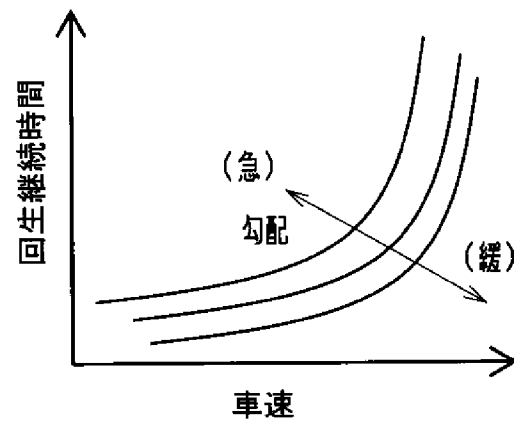
[図10]



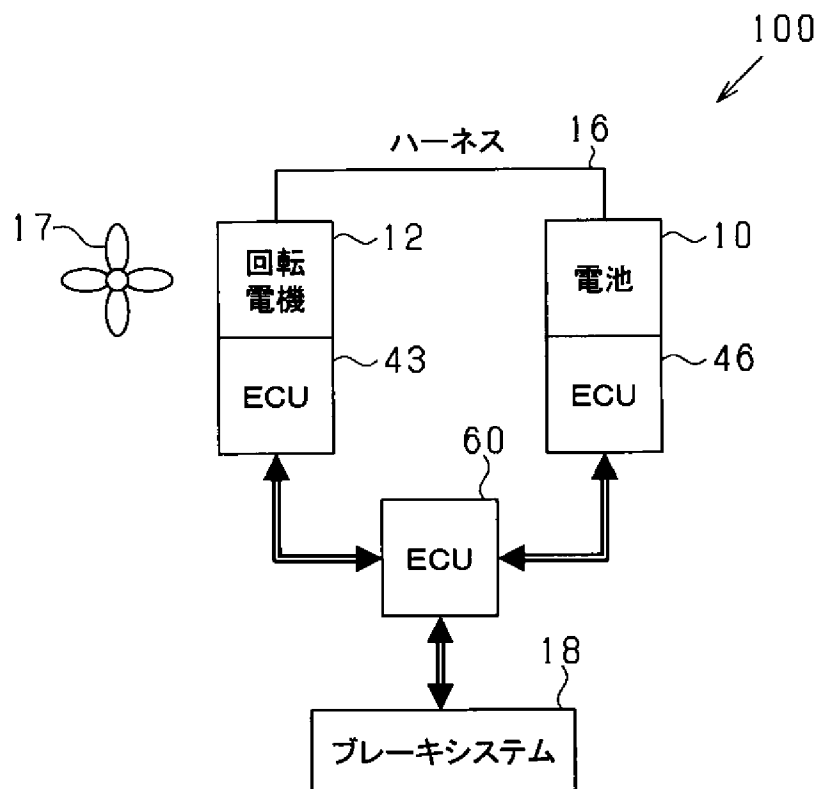
[図11]



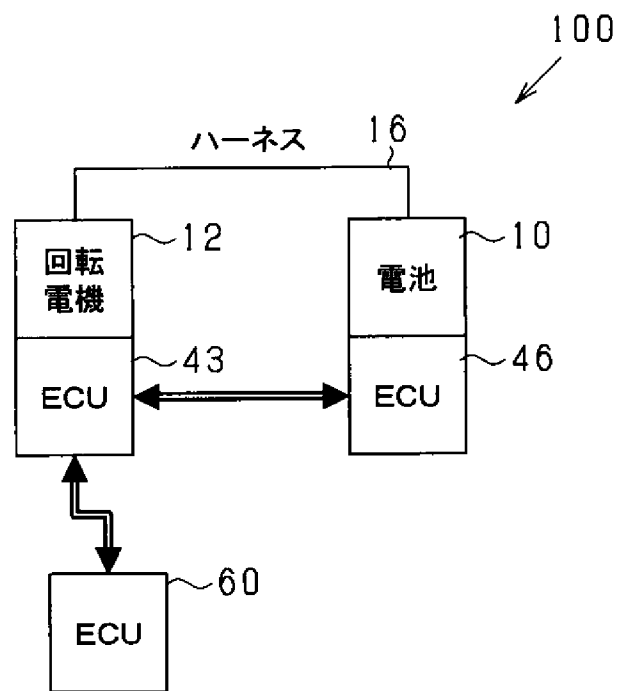
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P9/04(2006.01)i, B60L7/10(2006.01)i, H02P29/62(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P9/04, B60L7/10, H02P29/62

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-187983 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 19 September 2013 (19.09.2013), paragraphs [0005], [0012] to [0061]; fig. 1 to 7 & CN 104203634 A	1-5, 10, 14-15 6-9, 11-13
Y A	JP 2013-99177 A (Toyota Motor Corp.), 20 May 2013 (20.05.2013), paragraphs [0010], [0013] to [0032]; fig. 2 (Family: none)	1-5, 10, 14-15 6-9, 11-13
Y A	JP 2012-100435 A (Toyota Motor Corp.), 24 May 2012 (24.05.2012), paragraphs [0012], [0024] to [0027] (Family: none)	2-5, 10, 14-15 1, 6-9, 11-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 July 2017 (06.07.17)

Date of mailing of the international search report
18 July 2017 (18.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/015936

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 2012/114902 A1 (NTN Corp.), 30 August 2012 (30.08.2012), paragraphs [0051] to [0059] & US 2013/0320747 A1 paragraphs [0069] to [0073] & EP 2680434 A1 & CN 103415992 A	5, 10, 14-15 1-4, 6-9, 11-13
Y A	JP 2012-95420 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 May 2012 (17.05.2012), paragraphs [0003], [0005] to [0006], [0049] & US 2012/0101683 A1 paragraphs [0008] to [0009] & EP 2447133 A1 & CN 102452413 A	5, 10, 14-15 1-4, 6-9, 11-13
Y A	WO 2016/013063 A1 (Nissan Motor Co., Ltd.), 28 January 2016 (28.01.2016), paragraphs [0008], [0029] to [0046] & EP 3173281 A1 paragraphs [0029] to [0046]	10, 14-15 1-9, 11-13
A	CN 103856141 A (Hyundai Mobis Co., Ltd.), 11 June 2014 (11.06.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	CN 103023117 A (Electric Power Research Institute of Guangxi Power Grid Co., Ltd.), 03 April 2013 (03.04.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
A	US 6184661 B1 (C. E. NIEHOFF & CO.), 06 February 2001 (06.02.2001), entire text; all drawings & EP 1742346 A1 entire text; all drawings	1-15
A	WO 2012/086459 A1 (Microspace Corp.), 28 June 2012 (28.06.2012), entire text; all drawings & US 9162730 B2 entire text; all drawings & EP 2658114 A1 & CN 103270693 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P9/04(2006.01)i, B60L7/10(2006.01)i, H02P29/62(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H02P9/04, B60L7/10, H02P29/62

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2013-187983 A（日立オートモティブシステムズ株式会社） 2013.09.19, 段落[0005], [0012]-[0061], 図1-7 & CN 104203634 A	1-5, 10, 14-15 6-9, 11-13
Y A	JP 2013-99177 A（トヨタ自動車株式会社）2013.05.20, 段落[0010], [0013]-[0032], 図2（ファミリーなし）	1-5, 10, 14-15 6-9, 11-13
Y A	JP 2012-100435 A（トヨタ自動車株式会社）2012.05.24, 段落[0012], [0024]-[0027]（ファミリーなし）	2-5, 10, 14-15 1, 6-9, 11-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.07.2017

国際調査報告の発送日

18.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

池田 貴俊

3 V

9 2 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	WO 2012/114902 A1 (NTN株式会社) 2012. 08. 30, 段落[0051]-[0059] & US 2013/0320747 A1, 段落[0069]-[0073] & EP 2680434 A1 & CN 103415992 A	5, 10, 14-15 1-4, 6-9, 11-13
Y A	JP 2012-95420 A (三菱電機株式会社) 2012. 05. 17, 段落[0003], [0005]-[0006], [0049] & US 2012/0101683 A1, 段落[0008]-[0009] & EP 2447133 A1 & CN 102452413 A	5, 10, 14-15 1-4, 6-9, 11-13
Y A	WO 2016/013063 A1 (日産自動車株式会社) 2016. 01. 28, 段落[0008], [0029]-[0046] & EP 3173281 A1, 段落[0029]-[0046]	10, 14-15 1-9, 11-13
A	CN 103856141 A (現代摩比斯株式会社) 2014. 06. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	CN 103023117 A (广西电网公司电力科学研究院) 2013. 04. 03, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	US 6184661 B1 (C. E. NIEHOFF & CO.) 2001. 02. 06, 全文, 全図 & EP 1742346 A1, 全文, 全図	1-15
A	WO 2012/086459 A1 (マイクロスペース株式会社) 2012. 06. 28, 全文, 全図 & US 9162730 B2, 全文, 全図 & EP 2658114 A1 & CN 103270693 A	1-15