

|                                                                 |                               |                             |                   |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| <b>Advisory Action<br/>Before the Filing of an Appeal Brief</b> | Application No.<br>15/799,045 | Applicant(s)<br>King et al. |                   |
|                                                                 | Examiner<br>ERICK D GLASS     | Art Unit<br>2837            | AIA Status<br>Yes |

*--The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --*

THE REPLY FILED 22 January 2019 FAILS TO PLACE THIS APPLICATION IN CONDITION FOR ALLOWANCE.

**NO NOTICE OF APPEAL FILED**

1. ☒ The reply was filed after a final rejection. No Notice of Appeal has been filed. To avoid abandonment of this application, applicant must timely file one of the following replies: (1) an amendment, affidavit, or other evidence, which places the application in condition for allowance; (2) a Notice of Appeal (with appeal fee) in compliance with 37 CFR 41.31; or (3) a Request for Continued Examination (RCE) in compliance with 37 CFR 1.114 if this is a utility or plant application. Note that RCEs are not permitted in design applications. The reply must be filed within one of the following time periods:

a) ☒ The period for reply expires 3 months from the mailing date of the final rejection.

b) ☐ The period for reply expires on: (1) the mailing date of this Advisory Action; or (2) the date set forth in the final rejection, whichever is later. In no event, however, will the statutory period for reply expire later than SIX MONTHS from the mailing date of the final rejection.

c) ☐ A prior Advisory Action was mailed more than 3 months after the mailing date of the final rejection in response to a first after-final reply filed within 2 months of the mailing date of the final rejection. The current period for reply expires \_\_\_\_\_ months from the mailing date of the prior Advisory Action or SIX MONTHS from the mailing date of the final rejection, whichever is earlier.

*Examiner Note:* If box 1 is checked, check either box (a), (b) or (c). ONLY CHECK BOX (b) WHEN THIS ADVISORY ACTION IS THE FIRST RESPONSE TO APPLICANTS FIRST AFTER-FINAL REPLY WHICH WAS FILED WITHIN TWO MONTHS OF THE FINAL REJECTION. ONLY CHECK BOX (c) IN THE LIMITED SITUATION SET FORTH UNDER BOX (c). See MPEP 706.07(f).

Extensions of time may be obtained under 37 CFR 1.136(a). The date on which the petition under 37 CFR 1.136(a) and the appropriate extension fee have been filed is the date for purposes of determining the period of extension and the corresponding amount of the fee. The appropriate extension fee under 37 CFR 1.17(a) is calculated from: (1) the expiration date of the shortened statutory period for reply originally set in the final Office action; or (2) as set forth in (b) or (c) above, if checked. Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of the final rejection, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

**NOTICE OF APPEAL**

2. ☐ The Notice of Appeal was filed on \_\_\_\_\_. A brief in compliance with 37 CFR 41.37 must be filed within two months of the date of filing the Notice of Appeal (37 CFR 41.37(a)), or any extension thereof (37 CFR 41.37(e)), to avoid dismissal of the appeal. Since a Notice of Appeal has been filed, any reply must be filed within the time period set forth in 37CFR 41.37(a).

**AMENDMENTS**

3. ☒ The proposed amendments filed after a final rejection, but prior to the date of filing a brief, will not be entered because:

a) ☒ They raise new issues that would require further consideration and/or search (see NOTE below);

b) ☐ They raise the issue of new matter (see NOTE below);

c) ☐ They are not deemed to place the application in better form for appeal by materially reducing or simplifying the issues for appeal; and/or

d) ☐ They present additional claims without canceling a corresponding number of finally rejected claims.

NOTE: \_\_\_\_\_ (See 37CFR 1.116 and 41.33(a)).

4. ☐ The amendments are not in compliance with 37CFR 1.121. See attached Notice of Non-Compliant Amendment (PTOL-324).

5. ☐ Applicants reply has overcome the following rejection(s): \_\_\_\_\_

6. ☐ Newly proposed or amended claim(s) \_\_\_\_\_ would be allowable if submitted in a separate, timely filed amendment canceling the non-allowable claim(s).

7. ☒ For purposes of appeal, the proposed amendment(s): (a) ☒ will not be entered, or (b) ☐ will be entered, and an explanation of how the new or amended claims would be rejected is provided below or appended.

**AFFIDAVIT OR OTHER EVIDENCE**

8. ☐ A declaration(s)/affidavit(s) under 37 CFR 1.130(b) was/were filed on \_\_\_\_\_

9. ☐ The affidavit or other evidence filed after final action, but before or on the date of filing a Notice of Appeal will not be entered because applicant failed to provide a showing of good and sufficient reasons why the affidavit or other evidence is necessary and was not earlier presented. See 37 CFR 1.116(e).

10. ☐ The affidavit or other evidence filed after the date of filing the Notice of Appeal, but prior to the date of filing a brief, will not be entered because the affidavit or other evidence failed to overcome all rejections under appeal and/or appellant fails to provide a showing of good and sufficient reasons why it is necessary and was not earlier presented. See 37 CFR 41.33(d)(1).

11. ☐ The affidavit or other evidence is entered. An explanation of the status of the claims after entry is below or attached.

**REQUEST FOR RECONSIDERATION/OTHER**

12. ☐ The request for reconsideration has been considered but does NOT place the application in condition for allowance because: \_\_\_\_\_

13. ☐ Note the attached Information Disclosure Statement(s). (PTO/SB/08) Paper No(s). \_\_\_\_\_

14. ☐ Other: \_\_\_\_\_

**STATUS OF CLAIMS**

15. The status of the claim(s) is (or will be) as follows:

Claim(s) allowed: \_\_\_\_\_

Claim(s) objected to: 5

Claim(s) rejected: 1-2, 7-15 and 18-22

Claim(s) withdrawn from consideration: 3-4 and 16

|                                                    |  |
|----------------------------------------------------|--|
| /ERICK D GLASS/<br>Primary Examiner, Art Unit 2837 |  |
|----------------------------------------------------|--|

**PATENT**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the **PATENT APPLICATION** of:

Robert Dean King et al.

**Application No.:** 15/799,045

**Confirmation No.:** 9433

**Filed:** 10/31/2017

**For:** Vehicle propulsion system with multi-channel DC bus and method of manufacturing same

**Group:** 2837

**Examiner:** Glass, Erick David

**Our File:** 273252-8

**Date:** January 22, 2019

**REPLY PURSUANT TO 37 C.F.R. §1.116**

Mail Stop After-Final  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Examiner:

This Reply is being timely filed in response to the Final Office Action dated November 23, 2018.

Please amend the application without prejudice or disclaimer as follows:

DO NOT ENTER: /E.G./

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

|                                                                                                                                 |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------|---|
| <b>PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD</b><br>Substitute for Form PTO-875                                               |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             | Application or Docket Number<br>15/799,045 |               | Filing Date<br>10/31/2017 |                 | <input type="checkbox"/> To be Mailed |                     |   |
| ENTITY: <input checked="" type="checkbox"/> LARGE <input type="checkbox"/> SMALL <input type="checkbox"/> MICRO                 |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
| <b>APPLICATION AS FILED - PART I</b>                                                                                            |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|                                                                                                                                 |                                                                                          | (Column 1)                                                                                                                                                                                                                    | (Column 2)                                  |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
| FOR                                                                                                                             |                                                                                          | NUMBER FILED                                                                                                                                                                                                                  | NUMBER EXTRA                                |                                            | RATE (\$)     |                           | FEE (\$)        |                                       |                     |   |
| <input type="checkbox"/> BASIC FEE<br>(37 CFR 1.16(a), (b), or (c))                                                             |                                                                                          | N/A                                                                                                                                                                                                                           | N/A                                         |                                            | N/A           |                           |                 |                                       |                     |   |
| <input type="checkbox"/> SEARCH FEE<br>(37 CFR 1.16(k), (l), or (m))                                                            |                                                                                          | N/A                                                                                                                                                                                                                           | N/A                                         |                                            | N/A           |                           |                 |                                       |                     |   |
| <input type="checkbox"/> EXAMINATION FEE<br>(37 CFR 1.16(o), (p), or (q))                                                       |                                                                                          | N/A                                                                                                                                                                                                                           | N/A                                         |                                            | N/A           |                           |                 |                                       |                     |   |
| TOTAL CLAIMS<br>(37 CFR 1.16(l))                                                                                                |                                                                                          | minus 20 =                                                                                                                                                                                                                    | *                                           |                                            | x \$80 =      |                           |                 |                                       |                     |   |
| INDEPENDENT CLAIMS<br>(37 CFR 1.16(h))                                                                                          |                                                                                          | minus 3 =                                                                                                                                                                                                                     | *                                           |                                            | x \$420 =     |                           |                 |                                       |                     |   |
| <input type="checkbox"/> APPLICATION SIZE FEE (37 CFR 1.16(s))                                                                  |                                                                                          | If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$310 (\$155 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s). |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
| <input type="checkbox"/> MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))                                                      |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
| * If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.                                                       |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            | TOTAL         |                           |                 |                                       |                     |   |
| <b>APPLICATION AS AMENDED - PART II</b>                                                                                         |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|                                                                                                                                 |                                                                                          | (Column 1)                                                                                                                                                                                                                    | (Column 2)                                  |                                            | (Column 3)    |                           |                 |                                       |                     |   |
| <b>AMENDMENT</b>                                                                                                                | 01/22/2019                                                                               | CLAIMS<br>REMAINING<br>AFTER<br>AMENDMENT                                                                                                                                                                                     | HIGHEST<br>NUMBER<br>PREVIOUSLY<br>PAID FOR |                                            | PRESENT EXTRA |                           | RATE (\$)       |                                       | ADDITIONAL FEE (\$) |   |
|                                                                                                                                 | Total<br>(37 CFR 1.16(g))                                                                | * 20                                                                                                                                                                                                                          | Minus                                       | ** 22                                      |               | = 0                       |                 | x \$100 =                             |                     | 0 |
|                                                                                                                                 | Independent<br>(37 CFR 1.16(h))                                                          | * 4                                                                                                                                                                                                                           | Minus                                       | *** 4                                      |               | = 0                       |                 | x \$460 =                             |                     | 0 |
|                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))                           |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j)) |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|                                                                                                                                 |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           | TOTAL ADD'L FEE |                                       | 0                   |   |
| <b>AMENDMENT</b>                                                                                                                |                                                                                          | CLAIMS<br>REMAINING<br>AFTER<br>AMENDMENT                                                                                                                                                                                     | HIGHEST<br>NUMBER<br>PREVIOUSLY<br>PAID FOR |                                            | PRESENT EXTRA |                           | RATE (\$)       |                                       | ADDITIONAL FEE (\$) |   |
|                                                                                                                                 | Total<br>(37 CFR 1.16(g))                                                                | *                                                                                                                                                                                                                             | Minus                                       | **                                         |               | =                         |                 | x \$0 =                               |                     |   |
|                                                                                                                                 | Independent<br>(37 CFR 1.16(h))                                                          | *                                                                                                                                                                                                                             | Minus                                       | ***                                        |               | =                         |                 | x \$0 =                               |                     |   |
|                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))                           |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j)) |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
|                                                                                                                                 |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           | TOTAL ADD'L FEE |                                       |                     |   |
| * If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3.                                           |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           | SLIE            |                                       |                     |   |
| ** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20".                                       |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           | /LISA E FULTON/ |                                       |                     |   |
| *** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 3, enter "3".                                        |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |
| The "Highest Number Previously Paid For" (Total or Independent) is the highest number found in the appropriate box in column 1. |                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                               |                                             |                                            |               |                           |                 |                                       |                     |   |

This collection of information is required by 37 CFR 1.16. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



(19) United States

(12) Patent Application Publication  
Tang

(10) Pub. No.: US 2010/0222953 A1

(43) Pub. Date: Sep. 2, 2010

(34) DUAL MOTOR DRIVE AND CONTROL  
SYSTEM FOR AN ELECTRIC VEHICLE

(75) Inventor: Yifan Tang, Los Altos, CA (US)

Correspondence Address:  
Tesla Motors, Inc.,  
c/o Patent Law Office of David G. Beck, P.O. Box  
1146  
Mill Valley, CA 94942 (US)

(73) Assignee: TESLA MOTORS, INC., Palo  
Alto, CA (US)

(21) Appl. No.: 12/782,413

(22) Filed: May 18, 2010

Related U.S. Application Data

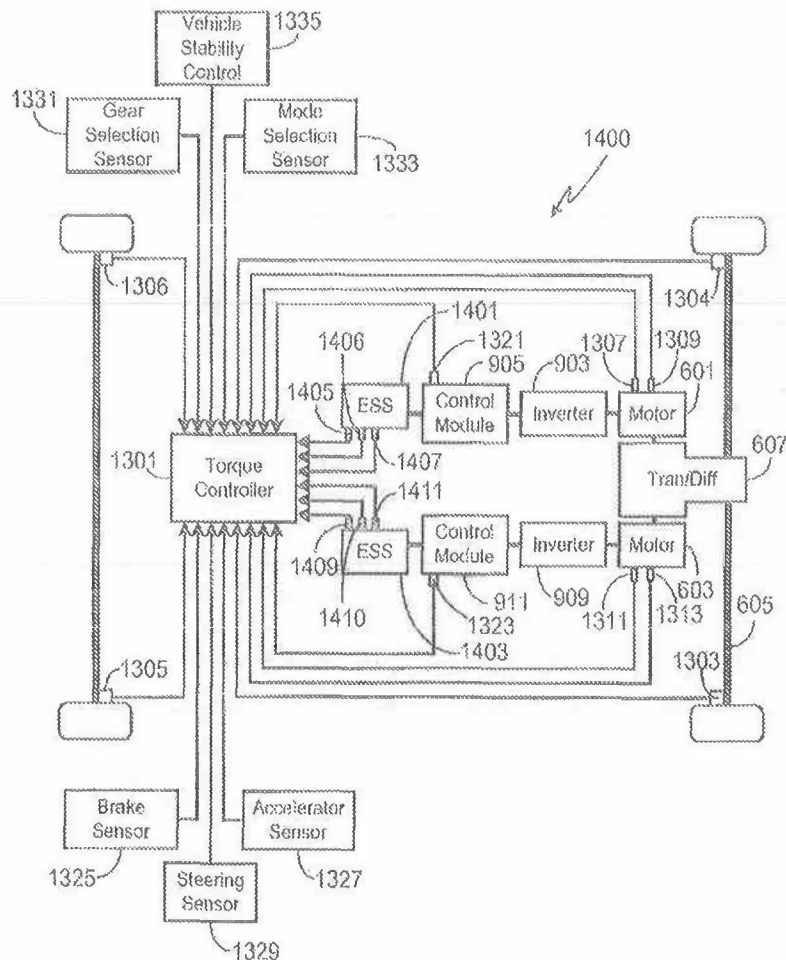
(63) Continuation-in-part of application No. 12/322,218,  
filed on Jan. 29, 2009, Continuation-in-part of appli-  
cation No. 12/380,427, filed on Feb. 26, 2009, now Pat.  
No. 7,739,005.

Publication Classification

(51) Int. Cl. G06F 19/00 (2006.01)  
(32) U.S. Cl. 701/22

(57) ABSTRACT

A method and apparatus for optimizing the torque applied by  
each motor of a dual motor drive system of an all-electric  
vehicle is provided, the torque adjustments taking into  
account wheel slip as well as other vehicular operating con-  
ditions.



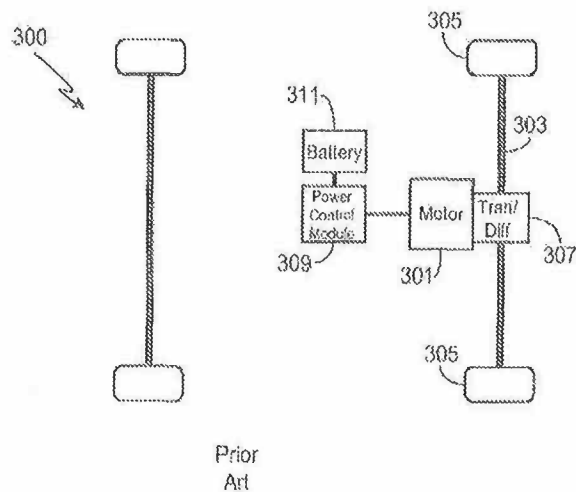


FIG. 3

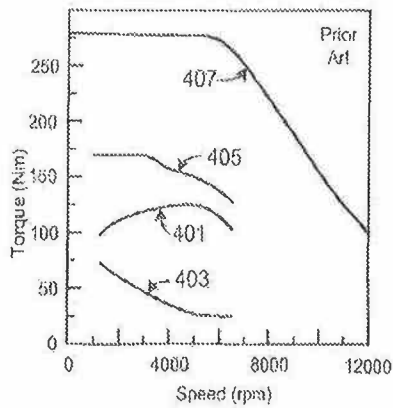


FIG. 4

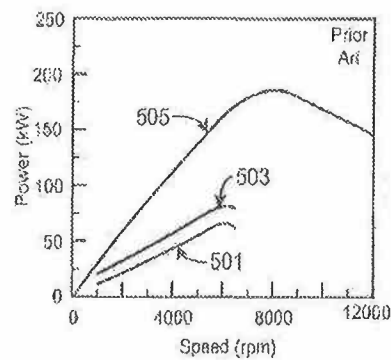


FIG. 5

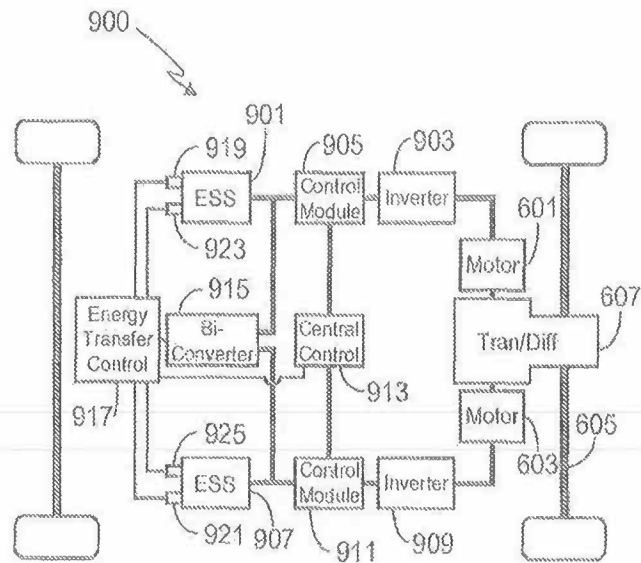


FIG. 9

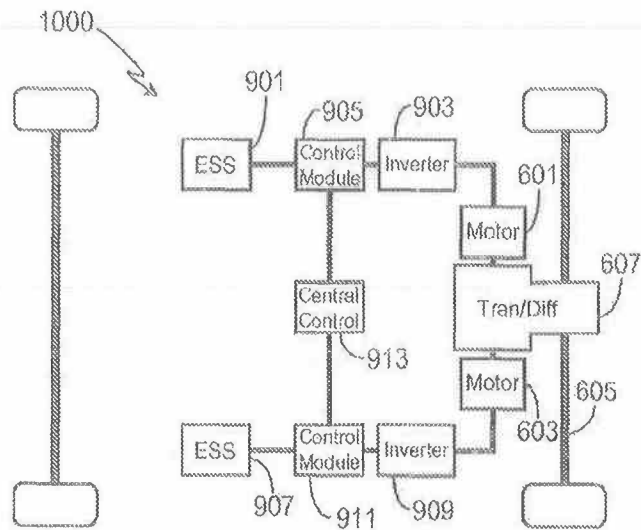


FIG. 10

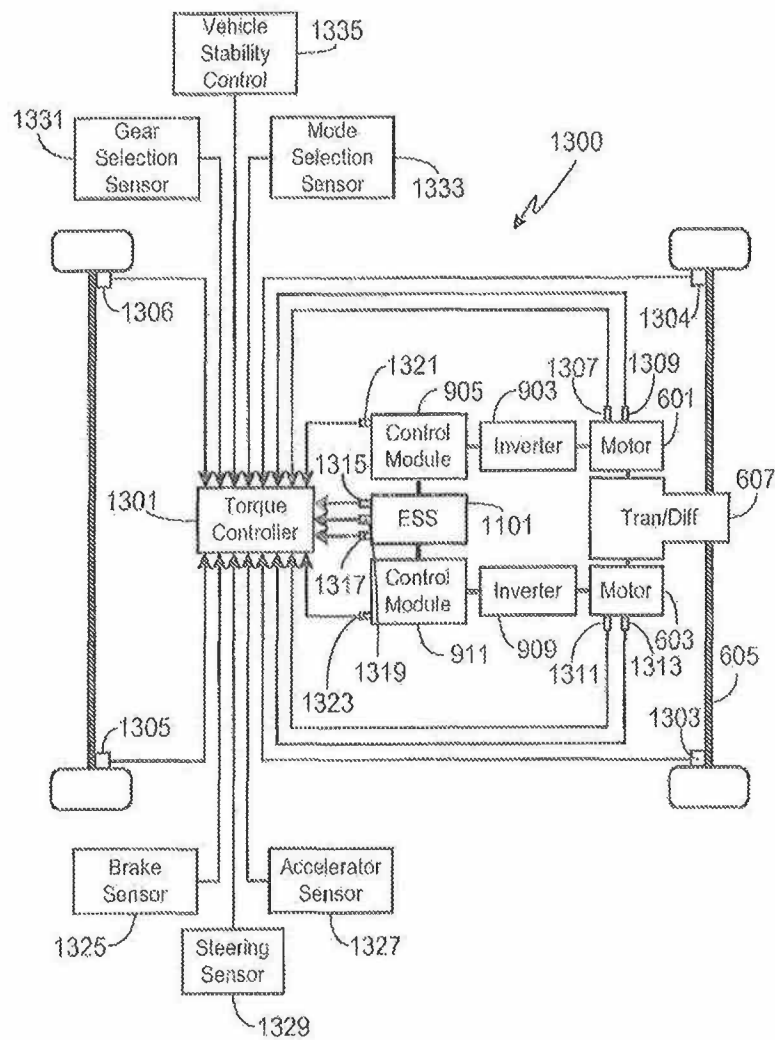
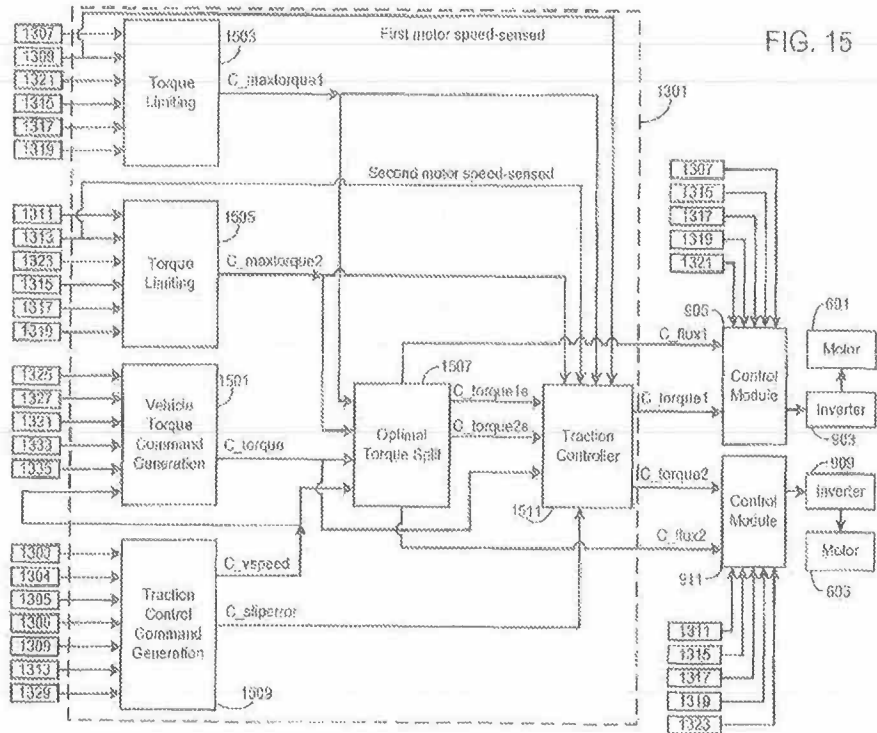
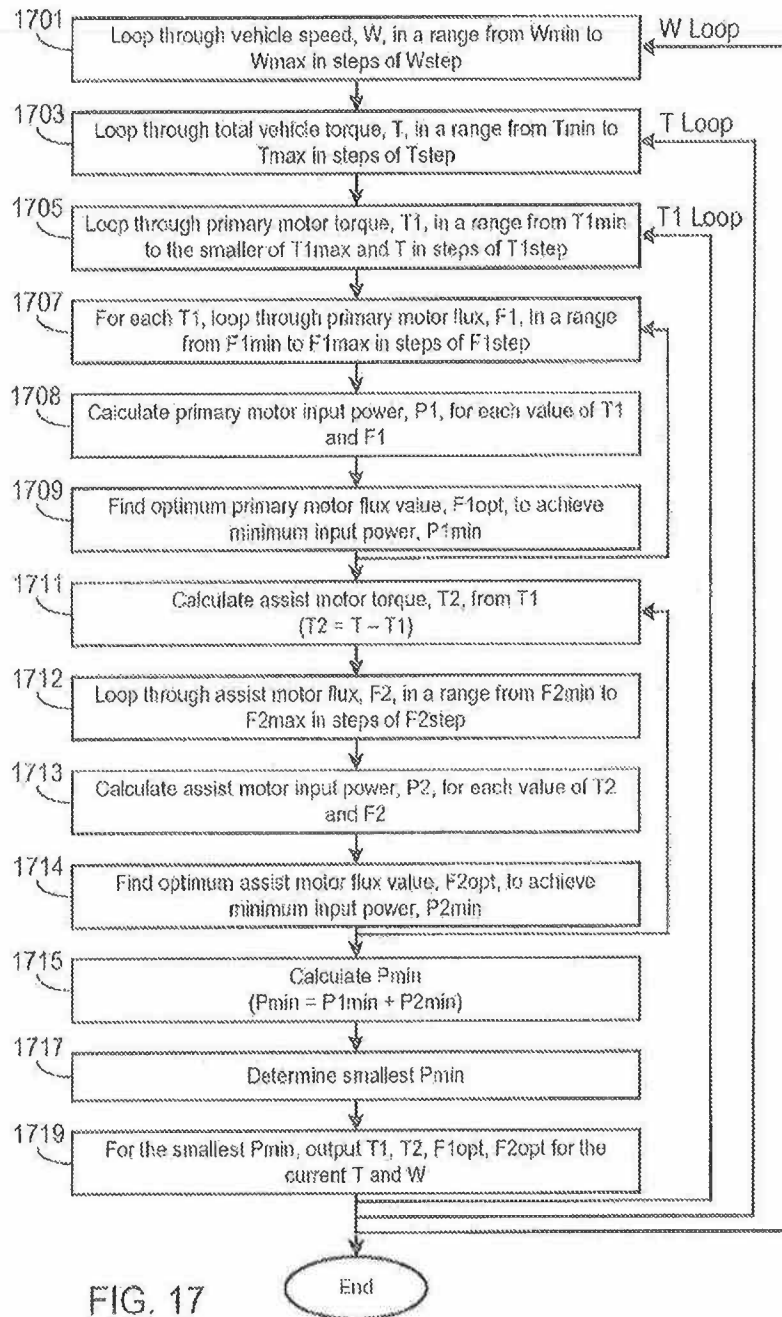
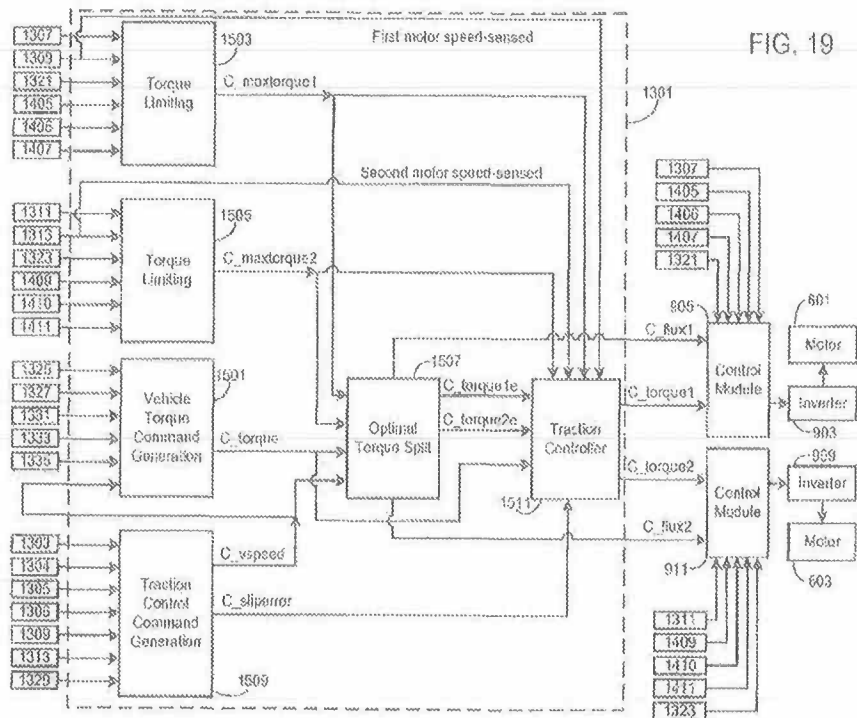


FIG. 13







tral system includes (i) a traction control command generation unit for computing vehicle speed, wheel slip ratios, and slip errors; (ii) a torque split unit for computing an optimal first motor torque request and an optimal second motor torque request; and (iii) a traction control unit for minimizing the slip errors, transforming the optimal first motor torque request into the first motor torque command, and transforming the optimal second motor torque request into the second motor torque command. The system may include motor speed sensors, motor temperature sensors, power control module temperature sensors, steering sensors, brake sensors, accelerator sensors and a stability control system. The system may include one or more energy storage systems (ESS's) as well as ESS temperature sensors, ESS voltage sensors, and ESS current sensors. The traction control unit may include a second stage feedback control system for minimizing motor speed fast disturbances. The traction control unit may include a torque boost feedforward control circuit. The torque split unit preferably computes the optimal first and second motor torque requests by interpolating data from a look-up table. The torque split unit preferably computes an optimal first motor flux command and an optimal second motor flux command.

[0014] In at least one embodiment of the invention, a method of operating an electric vehicle traction is disclosed, the method comprising the steps of computing vehicle speed, computing a total torque requirement request, splitting the total torque requirement request into optimal first and second motor torque requests, monitoring at least one wheel speed sensor and computing a wheel slip error, minimizing the wheel slip error and transforming the optimal first and second motor torque requests into first and second motor torque commands, and controlling the first and second electric motors of the electric vehicle based on the first and second motor torque commands. The disclosed method may further comprise one or more monitoring steps, including: monitoring first and second motor speed sensors, monitoring a steering sensor, monitoring a brake sensor, monitoring an accelerator sensor, monitoring first and second power control module temperature sensors, monitoring energy storage system (ESS) temperature sensors, monitoring ESS voltage sensors, and monitoring ESS current sensors. The disclosed method may further comprise the steps of computing first and second motor maximum available torque and limiting the optimal first and second motor torque requests by the first and second motor maximum available torque and/or limiting the first and second motor torque commands by the first and second motor maximum available torque. The disclosed method may further comprise the step of computing optimal first and second motor flux commands.

[0015] A further understanding of the nature and advantages of the present invention may be realized by reference to the remaining portions of the specification and the drawings.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0016] FIG. 1 illustrates a parallel drive system according to the prior art;  
 [0017] FIG. 2 illustrates a parallel drive system based on an IMA configuration according to the prior art;  
 [0018] FIG. 3 illustrates an all-electric drive system according to the prior art;  
 [0019] FIG. 4 graphically illustrates the torque curves for a combustion engine, a hybrid configuration and an all-electric drive system according to the prior art;

[0020] FIG. 5 graphically illustrates the power curves for a combustion engine, a hybrid configuration and an all-electric drive system according to the prior art;

[0021] FIG. 6 illustrates the basic elements of a dual electric motor drive system in accordance with the invention;

[0022] FIG. 7 graphically illustrates the torque curves for a preferred dual motor configuration;

[0023] FIG. 8 graphically illustrates the power curves for a preferred dual motor configuration;

[0024] FIG. 9 illustrates the basic elements of a dual electric motor drive system in accordance with a first embodiment of the invention;

[0025] FIG. 10 illustrates the basic elements of a dual electric motor drive system in accordance with a second embodiment of the invention;

[0026] FIG. 11 illustrates the basic elements of a dual electric motor drive system in accordance with a third embodiment of the invention;

[0027] FIG. 12 illustrates the basic elements of a dual electric motor drive system in accordance with a fourth embodiment of the invention;

[0028] FIG. 13 illustrates the basic elements of a torque control system for use with a dual electric motor drive system such as that shown in FIG. 11;

[0029] FIG. 14 illustrates the basic elements of a torque control system for a dual electric motor drive system similar to that shown in FIG. 13, with the exception that each motor/power control module is coupled to a separate ESS;

[0030] FIG. 15 illustrates the basic elements of the torque controller shown in FIG. 13;

[0031] FIG. 16 illustrates the algorithm used to calculate the optimal torque split between the two motors, without taking into account wheel slip errors;

[0032] FIG. 17 illustrates the algorithm used to generate the look-up table utilized by the optimal torque split unit;

[0033] FIG. 18 illustrates a block diagram of the traction control unit shown in FIG. 15; and

[0034] FIG. 19 illustrates the basic elements of the torque controller shown in FIG. 14.

#### DESCRIPTION OF THE SPECIFIC EMBODIMENTS

[0035] In the following text, the terms "electric vehicle" and "EV" may be used interchangeably and refer to an all-electric vehicle. Similarly, the terms "hybrid", "hybrid electric vehicle" and "HEV" may be used interchangeably and refer to a vehicle that uses dual propulsion systems, one of which is an electric motor and the other of which is a combustion engine. Similarly, the terms "battery", "cell", and "battery cell" may be used interchangeably and refer to any of a variety of different rechargeable cell chemistries and configurations including, but not limited to, lithium ion (e.g., lithium iron phosphate, lithium cobalt oxide, other lithium metal oxides, etc.), lithium ion polymer, nickel metal hydride, nickel cadmium, nickel hydrogen, nickel zinc, silver zinc, or other battery type/configuration. The term "battery pack" as used herein refers to multiple individual batteries contained within a single piece or multi-piece housing, the individual batteries electrically interconnected to achieve the desired voltage and current capacity for a particular application. The terms "energy storage system" and "ESS" may be used interchangeably and refer to an electrical energy storage system that has the capability to be charged and discharged such as a battery, battery pack, capacitor or supercapacitor. Lastly,

second power control module 911. The power control modules may be comprised of passive power devices (e.g., transient filtering capacitors and/or inductors), active power devices (e.g., semiconductor and/or electromechanical switching devices, circuit protection devices, etc.), sensing devices (e.g., voltage, current, and/or power flow sensors, etc.), logic control devices, communication devices, etc. In at least one embodiment, power control modules 905/911 are under the control of a central power control module 913. Preferably each inverter 903/909 includes a DC to AC inverter.

[0043] As described above and shown in FIG. 9, each inverter 903/909 is coupled to its own ESS. Using dual ESS systems provides several benefits. First, the two ESS systems can be separately located within the vehicle, thus aiding in weight distribution. Second, each ESS system can have a smaller charge capacity than that which would be required by a single ESS system coupled to two motors. Third, each ESS system can be designed to meet the specific requirements of the motor to which it is coupled, thus potentially allowing differently sized ESS systems to be used, depending upon the requirements of the associated motors. Fourth, the charging and discharging characteristics of the two ESS systems can be designed to be significantly different from one another. For example, the maximum charge and discharge rates of one of the ESS systems may be much higher than those of the other ESS. Preferably in at least one embodiment, the minimum charge rate of the ESS 901 is 3 C, where "C" is the full capacity of the ESS divided by 1 hour in accordance with standard conventions.

[0044] An important feature of drive system 900 is a bi-directional DC/DC converter 915. DC/DC converter 915 provides a means for transferring energy in either direction between the two drive systems. DC/DC converter 915 is coupled to, and controlled by, an energy transfer control module 917. Energy transfer control module 917 monitors the condition of each ESS system, for example monitoring the state of charge of ESS 901 with sensor 919, and monitoring the state of charge of ESS 907 with sensor 921. In at least one embodiment, energy transfer control module 917 is configured to maintain one or both ESS systems within a preferred state of charge range, i.e., between a lower state of charge and an upper state of charge. For example, energy transfer control module 917 can be configured to maintain one or both ESS systems between a lower limit and an upper limit, where the limits are defined in terms of a percentage of the maximum operating capacity of each respective ESS system. In at least one preferred embodiment, the limits for one or both ESS systems is 50% of the maximum operating capacity for the lower limit and 80% of the maximum operating capacity for the upper limit.

[0045] Preferably energy transfer control module 917 also monitors the temperature of ESS 901 with a temperature sensor 923, and monitors the temperature of ESS 907 with a temperature sensor 925. In at least one embodiment, energy transfer control module 917 also monitors central power control module 913, thereby monitoring the requirements being placed on the two drive systems.

[0046] As outlined below, bi-directional DC/DC converter 915 provides operational flexibility, and therefore a number of benefits, to various implementations of system 900.

[0047] i) Reserve Power—Bi-directional DC/DC converter 915 provides a path and means for one drive system to draw from the energy resources of the other

drive system when additional energy resources are required. As a result, the ESS systems can be designed with smaller charge capacities than would otherwise be required.

[0048] For example, under normal operating conditions one of the motors (e.g., motor 601) may only be required to supply a minor amount of torque/power, therefore requiring that ESS 901 have only a relatively minor capacity. However, under conditions when additional torque/power assistance from motor 601 is required, system 900 allows motor 601 to draw from ESS 907 via DC/DC converter 915, power control module 905 and inverter 903. Without converter 915, each ESS system would have to be designed with sufficient energy capacity to handle the expected demands placed on the system during all phases of operation.

[0049] ii) ESS Design Flexibility—Due to the inclusion of the bi-directional DC/DC converter 915, the ESS systems can be designed to optimize parameters other than just charge capacity. For example, in at least one embodiment ESS system 901 utilizes a supercapacitor module while ESS system 907 utilizes a conventional battery pack, e.g., one comprised of batteries that utilize lithium-ion or other battery chemistries. Bi-directional DC/DC converter 915 allows system 900 to take advantage of the benefits of each type of energy storage device without being severely impacted by each technology's limitations.

[0050] iii) Charging Flexibility—During vehicle operation, preferably regenerative braking is used to generate power that can be used to charge either, or both, ESS systems 901 and 907. In system 900, bi-directional DC/DC converter 915 allows the electrical power generated by either, or both, drive systems to be used to charge either, or both, ESS systems. As a result, the state of charge of both systems can be optimized relative to the available power.

[0051] Although preferably both drive systems are used to generate power, in at least one configuration only one of the drive systems is used to generate electrical power via regenerative braking as well as provide drive power. In such a configuration, bi-directional DC/DC converter 915 allows the power generated by the single drive system during the regenerative braking cycle to be used to charge both ESS systems as required.

[0052] In addition, in a system such as that shown in FIG. 9, the two ESS systems can utilize different charging profiles based on, and optimized for, their individual designs. For example, one of the ESS systems may be configured to accept a fast charging profile. Since the two ESS systems are isolated, except for the bi-directional DC/DC converter 915, the fast charging ESS system is not adversely affected by the slowing down effect of the other ESS system.

[0053] iv) Independent ESS/Drive System Design/Implementation—The inclusion of the bi-directional DC/DC converter 915 provides additional flexibility in the design and optimization of the drive systems associated with each ESS system, for example allowing drive motors with different nominal voltage levels to be used.

[0054] FIG. 10 illustrates a second preferred embodiment of the invention. As shown, system 1000 is the same as system 900 except for the elimination of bi-directional DC/DC converter 915 and associated hardware. Eliminating the DC/DC

total torque requirement request, referred to herein as "C\_torque". C\_torque is the torque required from the combined motors.

[0067] The maximum torque available from the two motors, referred to herein as "C\_maxtorque1" and "C\_maxtorque2", are calculated by the first torque limiting unit 1503 and the second torque limiting unit 1505, respectively. The inputs to the first torque limiting unit 1503 are the data from first motor temperature sensor 1307, first motor speed sensor 1309, and first power control module temperature sensor 1321. The inputs to the second torque limiting unit 1505 are the data from second motor temperature sensor 1311, second motor speed sensor 1313, and second power control module temperature sensor 1323. Assuming a single ESS configuration, for example as shown in FIG. 13, ESS data input to both units 1503 and 1505 are the ESS temperature data from sensor 1315 as well as the ESS voltage and current data from sensors 1317 and 1319, respectively. If each motor is coupled to its own ESS as illustrated in FIGS. 9 and 10, then the ESS data input into unit 1503 is from the ESS coupled to motor 601 and the ESS data input into unit 1505 is from the ESS coupled to motor 603.

[0068] The torque required from the combined motors calculated by unit 1501, and the maximum available torque for the first and second motors, calculated by units 1503 and 1505 respectively, are input into the optimal torque split unit 1507 as is the computed vehicle speed. Unit 1507 optimizes the torque split between the two motors without taking into account wheel slip, thus splitting the desired combined torque, i.e., C\_torque, into an optimal first motor torque request and an optimal second motor torque request, the split based solely on achieving maximum operating efficiency within the limits of the available torque for each motor.

[0069] The system of the invention uses a simple continuously running algorithm to determine the optimal torque split, as illustrated in FIG. 16. As shown, initially C\_torque, C\_vspeed, C\_maxtorque1 and C\_maxtorque2 are read (step 1601). Next, temporary values for the torque for the first motor 601 (C\_temptorque1) and for the second motor 603 (C\_temptorque2) are determined, as well as values for the motor flux for first motor 601 (C\_flux1) and for second motor 603 (C\_flux2). (Step 1603). This step is performed by interpolating data from a look-up table, described in further detail below, that contains optimal torque (i.e., T1 and T2) and optimal flux values (i.e., F1opt and F2opt) based on vehicle speed and total requested torque. The temporary torque values set in step 1603, based on the look-up table, are then compared to the maximum available torque values (step 1605) calculated by torque limiting units 1503 and 1505. If the temporary torque values are less than the maximum available torque values, then the temporary torque values are output as C\_torque1e (first motor) and C\_torque2e (second motor); if the temporary torque values are greater than the maximum available torque values, then the maximum available torque values are output as C\_torque1e and C\_torque2e. (Steps 1607 and 1609). The flux command values for the first motor, i.e., C\_flux1, and the second motor, i.e., C\_flux2, are also output in step 1609.

[0070] FIG. 17 illustrates the preferred algorithm used to generate the three-dimensional look-up table utilized by the optimal torque split unit 1507. In step 1701, a first loop is initiated in which vehicle speed, W, is stepped through from a minimum value, Wmin, to a maximum value, Wmax, in steps of Wstep. In step 1703, a second loop is initiated in which

total vehicle torque, T, is stepped through from a minimum value, Tmin, to a maximum value, Tmax, in steps of Tstep. In step 1705, a third loop is initiated in which the torque of the first motor, T1, is stepped through from a minimum value, T1min, to a maximum value in steps of T1step. The maximum value in step 1705 is the smaller of T1max and T.

[0071] In the next series of steps, steps 1707-1709, the optimum flux value, F1opt, for the first motor 601 is determined for each value of T1. Initially, for a given value of T1 the first motor flux F1 is stepped through from a minimum value, F1min, to a maximum value, F1max, in steps of F1step. Then for each value of T1 and F1, a value for first motor input power, P1, is calculated. Next, F1opt is determined, based on achieving the minimum input power, P1min.

[0072] In the next series of steps, steps 1711-1714, the optimum flux value, F2opt, for the second motor 603 is determined for each value of T1. Initially for a given value of T1, the corresponding value for the torque of the second motor, T2, is determined, where T2 is equal to T minus T1. Then the second motor flux F2 is stepped through from a minimum value, F2min, to a maximum value, F2max, in steps of F2step. Next, the value for the second motor input power, P2, is calculated for each value of T2 and F2. Lastly, F2opt is determined, based on achieving the minimum input power, P2min.

[0073] In step 1715 a minimum total motor input power, Pmin, is calculated, where Pmin is equal to P1min plus P2min. Next, the smallest Pmin is found for the value of T1 for this particular iteration of the T1 loop. (Step 1717). Lastly, for the smallest Pmin and the current T and W, values for T1, T2, F1opt and F2opt are output. (Step 1719).

[0074] The traction control command generation unit 1509 provides several functions. As input, data from each wheel spin sensor, e.g., sensors 1303-1306, is fed into unit 1509. Additionally, data from first motor speed sensor 1309, second motor speed sensor 1313, and steering sensor 1329 are input into the traction control command generation unit.

[0075] Using this data, unit 1509 calculates vehicle speed, C\_vspeed, which is input into the vehicle torque command generation unit 1501 as previously noted. Unit 1509 also uses the motor speed data to provide error checking.

[0076] A primary function of unit 1509 is to calculate wheel slip ratios, the wheel slip ratio being the difference between the wheel speed and the vehicle speed, divided by the greater of the wheel speed and the vehicle speed. After calculating the wheel slip ratio as a function of vehicle speed, a wheel slip ratio is calculated. The wheel slip ratio must take into account that wheels 609 and 611 of axle 605 may experience different degrees of slip, and thus exhibit different slip ratios. For a limited slip differential, and in most other cases as well, preferably the higher of the two wheel slip ratios is taken as the wheel slip ratio for that axle.

[0077] In order to determine if the wheel slip ratio is greater than desired, the wheel slip ratio must be compared to a target wheel slip ratio contained within a lookup table. The lookup table provides target wheel slip ratios as a function of speed and steering angle. The lookup table can be based on well known target ratios or, as is preferred, based on test data obtained for that particular vehicle and vehicle configuration. The difference between the computed wheel slip ratio and the target wheel slip ratio yields the computed slip error, referred to herein as "C\_sliperror". To prevent control chatter, preferably hysteresis is incorporated into the comparator used in this calculation by means of a dead band, hysteresis range, or

forms without departing from the spirit or essential characteristics thereof. Accordingly, the disclosures and descriptions herein are intended to be illustrative, but not limiting, of the scope of the invention which is set forth in the following claims.

What is claimed is:

1. An electric vehicle drive system, comprising:

a drive system, comprising:

- a first electric motor, said first electric motor mechanically coupled to a vehicle drive axle, wherein said first electric motor provides propulsion power to at least one wheel of said vehicle drive axle;
- a first power control module electrically connected to said first electric motor, said first power control module configured to receive first motor torque commands, and said first power control module configured to control said first electric motor based on said first motor torque commands;
- a second electric motor, said second electric motor mechanically coupled to said vehicle drive axle, wherein said second electric motor provides propulsion power to said at least one wheel of said vehicle drive axle; and
- a second power control module electrically connected to said second electric motor, said second power control module configured to receive second motor torque commands, and said second power control module configured to control said second electric motor based on said second motor torque commands;
- at least one wheel speed sensor; and
- a torque control system electrically connected to said first and second power control modules and to said at least one wheel speed sensor, wherein said torque control system outputs said first motor torque commands to said first power control module and outputs said second motor torque commands to said second power control module, wherein said torque control system further comprises:
  - a traction control command generation unit for computing vehicle speed, wheel slip ratios corresponding to said at least one wheel speed sensor, and a slip error corresponding to said vehicle drive axle;
  - a torque split unit for computing an optimal torque split between said first motor and said second motor based on said vehicle speed and a total required drive torque request, wherein said optimal torque split comprises an optimal first motor torque request and an optimal second motor torque request;
- a traction control unit comprising:
  - a first stage feedback control system for minimizing said slip error;
  - a first torque limiter for transforming said optimal first motor torque request into said first motor torque command in response to an output from said first stage feedback control system; and
  - a second torque limiter for transforming said optimal second motor torque request into said second motor torque command in response to said output from said first stage feedback control system.

2. The electric vehicle drive system of claim 1, wherein said torque split unit cycles at a first frequency, wherein said traction control unit cycles at a second frequency, and wherein said second frequency is between 10 and 30 times said first frequency.

3. The electric vehicle drive system of claim 2, wherein said first frequency is in the range of 100 Hz to 2 kHz.

4. The electric vehicle drive system of claim 1, further comprising at least one first motor speed sensor and at least one second motor speed sensor, said traction control unit further comprising a second stage feedback control system for minimizing first motor speed first disturbances and second motor speed first disturbances, wherein said first torque limiter operates in response to said output from said first stage feedback control system and an output from said second stage feedback control system, and wherein said second torque limiter operates in response to said output from said first stage feedback control system and said output from said second stage feedback control system.

5. The electric vehicle drive system of claim 1, said traction control unit further comprising a torque boost feedforward control circuit, wherein said torque boost feedforward control circuit acts on said output from said first stage feedback control system.

6. The electric vehicle drive system of claim 1, said torque control system further comprising a vehicle torque command generation unit for computing said total required drive torque request from said vehicle speed and from a plurality of user input sensors, said user input sensors comprised of a brake sensor and an accelerator sensor.

7. The electric vehicle drive system of claim 6, wherein said total required drive torque request is further computed from a stability torque request generated by a vehicle stability control system.

8. The electric vehicle drive system of claim 1, further comprising:

- a first motor speed sensor;
- a first motor temperature sensor;
- an second motor speed sensor;
- an second motor temperature sensor; and
- wherein said torque control system further comprises:
  - a first torque limiting unit for computing a first motor maximum available torque, wherein said first torque limiting unit is coupled to said first motor speed and temperature sensors;
  - a second torque limiting unit for computing a second motor maximum available torque, wherein said second torque limiting unit is coupled to said second motor speed and temperature sensors; and
  - wherein said first torque limiter limits said first motor torque command by said first motor maximum available torque, and wherein said second torque limiter limits said second motor torque command by said second motor maximum available torque.

9. The electric vehicle drive system of claim 8, further comprising:

- a first power control module temperature sensor, wherein said first torque limiting unit is coupled to said first power control module temperature sensor; and
- a second power control module temperature sensor, wherein said second torque limiting unit is coupled to said second power control module temperature sensor.

10. The electric vehicle drive system of claim 8, further comprising:

- a first energy storage system (ESS) coupled to said primary power control module;
- a first ESS temperature sensor;
- a first ESS voltage sensor;
- a first ESS current sensor;

computing a second motor maximum available torque based on output from said second motor speed sensor and said second motor temperature sensor; and

limiting said optimal second motor torque request by said second motor maximum available torque.

21. The method of claim 20, further comprising the steps of:

monitoring a first power control module temperature sensor, said first power control module temperature sensor in thermal communication with a first power control module, said first power control module electrically connected to said first motor, wherein said first motor maximum available torque computing step is further based on output from said first power control module temperature sensor; and

monitoring a second power control module temperature sensor, said second power control module temperature sensor in thermal communication with a second power control module, said second power control module electrically connected to said second motor, wherein said second motor maximum available torque computing step is further based on output from said second power control module temperature sensor.

22. The method of claim 20, further comprising the steps of:

monitoring a first energy storage system (ESS) temperature sensor, said first ESS temperature sensor in thermal communication with a first ESS, said first ESS electrically connected to a first power control module, said first power control module electrically connected to said first motor;

monitoring a first ESS voltage sensor;

monitoring a first ESS current sensor, wherein said first motor maximum available torque computing step is further based on output from said first ESS temperature sensor, said first ESS voltage sensor and said first ESS current sensor;

monitoring a second ESS temperature sensor, said second ESS temperature sensor in thermal communication with a second ESS, said second ESS electrically connected to a second power control module, said second power control module electrically connected to said second motor;

monitoring a second ESS voltage sensor; and

monitoring a second ESS current sensor, wherein said second motor maximum available torque computing step is further based on output from said second ESS temperature sensor, said second ESS voltage sensor and said second ESS current sensor.

23. The method of claim 20, further comprising the steps of:

monitoring an energy storage system (ESS) temperature sensor, said ESS temperature sensor in thermal communication with an ESS, said ESS electrically connected to a first power control module and to a second power control module, said first power control module electrically connected to said first motor, said second power control module electrically connected to said second motor;

monitoring an ESS voltage sensor; and

monitoring an ESS current sensor, wherein said first motor maximum available torque computing step and said second motor maximum available torque computing step

are further based on output from said ESS temperature sensor, said ESS voltage sensor and said ESS current sensor.

24. The method of claim 17, further comprising the steps of minimizing first motor speed fast disturbances and second motor speed fast disturbances using a second feedback control system implemented by said traction control unit, wherein said steps of transforming said optimal first motor torque request into said first motor torque command and transforming said optimal second motor torque request into said second motor torque command are based on said step of minimizing said slip error and based on said step of minimizing said first motor speed fast disturbances and said second motor speed fast disturbances.

25. The method of claim 17, step e) further comprising the steps of:

monitoring a first motor temperature sensor;

computing a first motor maximum available torque based on output from said first motor speed sensor and said first motor temperature sensor;

limiting said first motor torque command by said first motor maximum available torque;

monitoring a second motor temperature sensor;

computing a second motor maximum available torque based on output from said second motor speed sensor and said second motor temperature sensor; and

limiting said second motor torque command by said second motor maximum available torque.

26. The method of claim 25, further comprising the steps of:

monitoring a first power control module temperature sensor, said first power control module temperature sensor in thermal communication with a first power control module, said primary power control module electrically connected to said first motor, wherein said first motor maximum available torque computing step is further based on output from said first power control module temperature sensor; and

monitoring a second power control module temperature sensor, said second power control module temperature sensor in thermal communication with a second power control module, said second power control module electrically connected to said second motor, wherein said second motor maximum available torque computing step is further based on output from said second power control module temperature sensor.

27. The method of claim 25, further comprising the steps of:

monitoring a first energy storage system (ESS) temperature sensor, said first ESS temperature sensor in thermal communication with a first ESS, said first ESS electrically connected to a first power control module, said first power control module electrically connected to said first motor;

monitoring a first ESS voltage sensor;

monitoring a first ESS current sensor, wherein said first motor maximum available torque computing step is further based on output from said first ESS temperature sensor, said first ESS voltage sensor and said first ESS current sensor;

monitoring a second ESS temperature sensor, said second ESS temperature sensor in thermal communication with a second ESS, said second ESS electrically connected to a



US 20100194318A1

(19) United States

(12) Patent Application Publication

(10) Pub. No.: US 2010/0194318 A1

Aso

(43) Pub. Date:

Aug. 5, 2010

(54) POWER SUPPLY SYSTEM PROVIDED WITH A PLURALITY OF POWER SUPPLIES, AND VEHICLE PROVIDED WITH SUCH POWER SUPPLY SYSTEM

(30) Foreign Application Priority Data

Apr. 4, 2005 (JP) ..... 2005-107124

Publication Classification

(51) Int. Cl.

H02P 27/00 (2006.01)

G05F 1/46 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

(52) U.S. Cl. .... 318/400.3; 307/151; 307/10.1

(57)

ABSTRACT

A power supply system is provided with a plurality of driving motors, a power converter, and a plurality of power supplies which supply the driving motors with power and have different output voltages. Each power supply is connected with at least one driving motor through the power converter and with at least one driving motor through a path which does not include the power converter.

(76) Inventor: Shinji Aso, Toyota-shi (JP)

Correspondence Address:

KENYON &amp; KENYON LLP

1500 K STREET N.W., SUITE 700

WASHINGTON, DC 20005 (US)

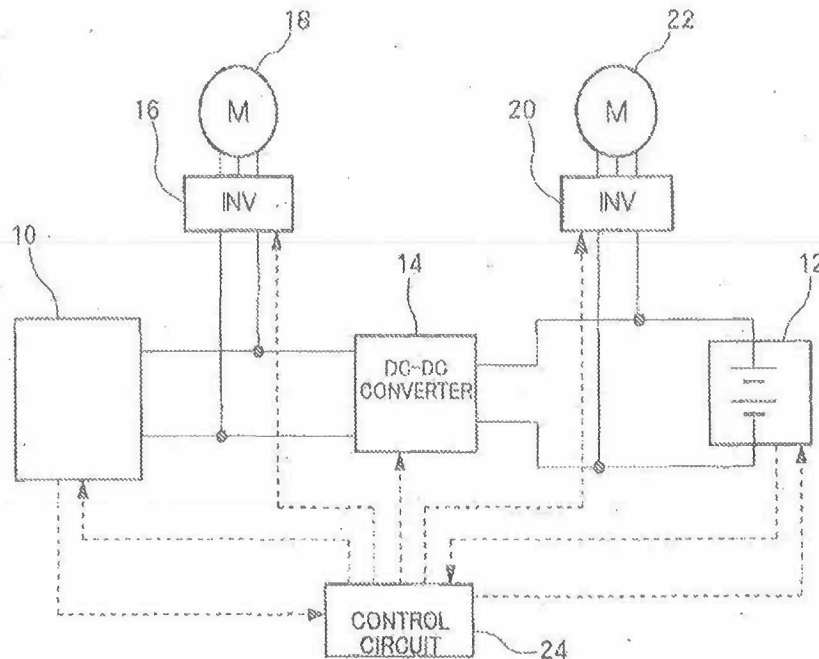
(21) Appl. No.: 11/887,423

(22) PCT Filed: Apr. 3, 2006

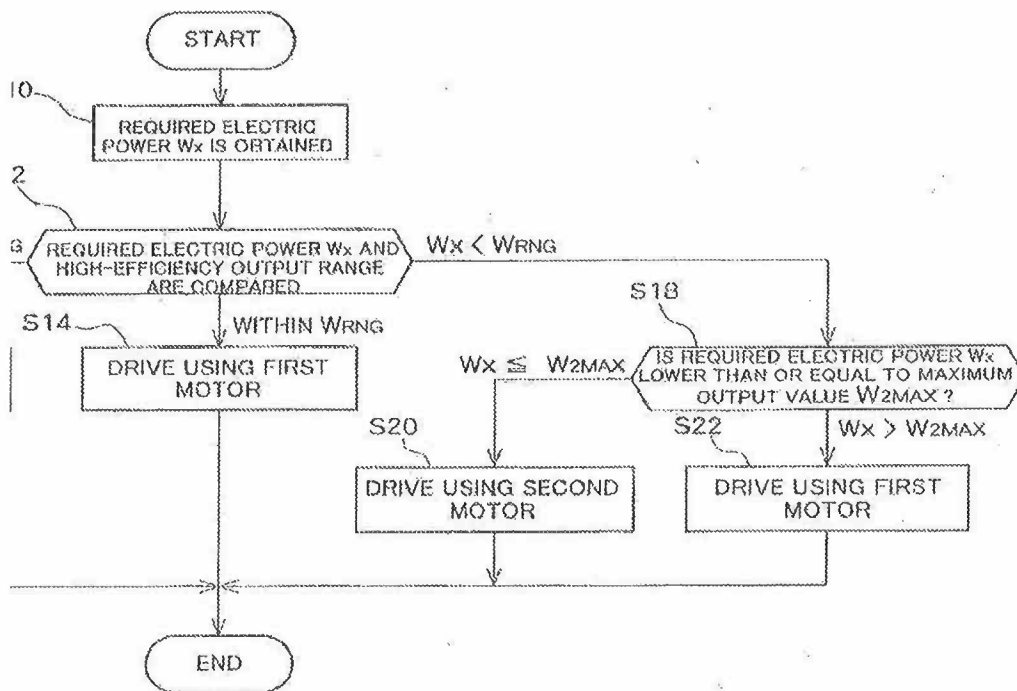
(86) PCT No.: PCT/JP2006/307511

§ 371 (c)(1).

(2), (4) Date: Sep. 28, 2007



100



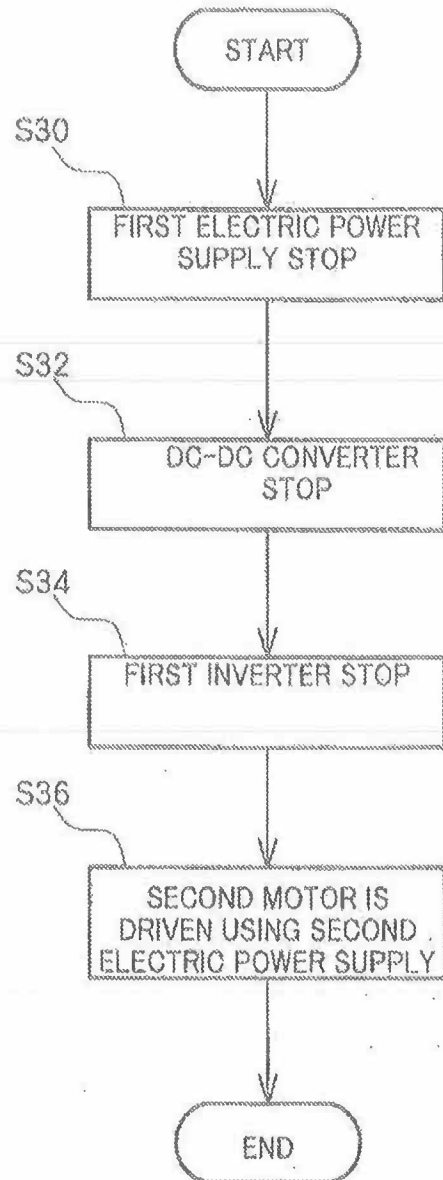
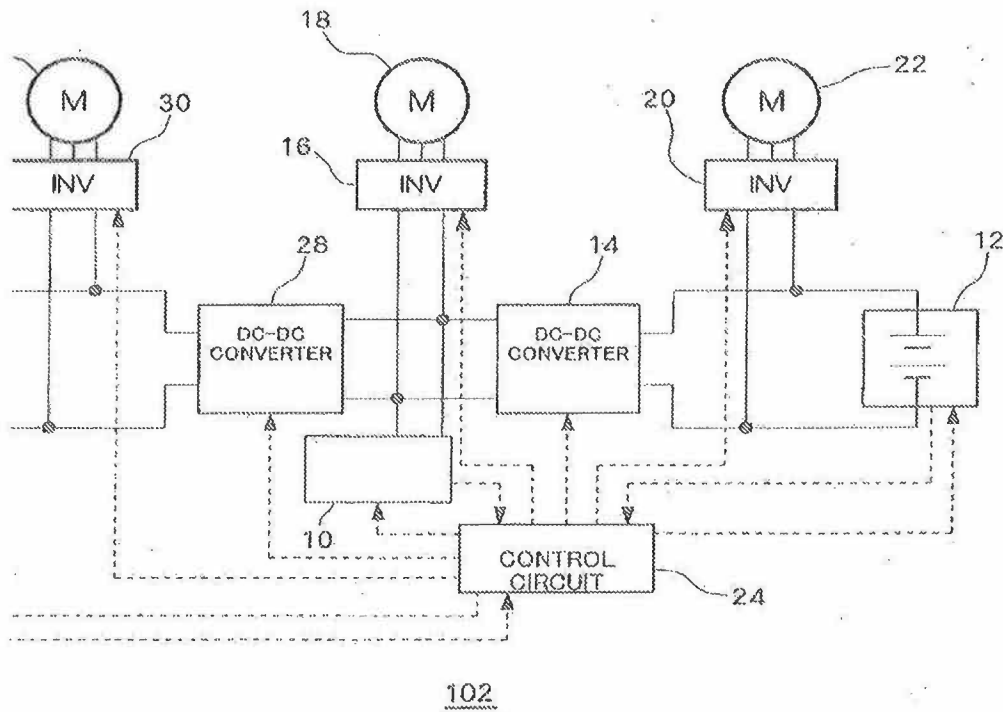


Fig. 4



# POWER SUPPLY SYSTEM PROVIDED WITH A PLURALITY OF POWER SUPPLIES, AND VEHICLE PROVIDED WITH SUCH POWER SUPPLY SYSTEM

## TECHNICAL FIELD

[0001] The present invention relates to an electric power supply system with a plurality of electric power supplies and a vehicle provided with such an electric power supply system.

## BACKGROUND ART

[0002] In recent years, electric automobiles and hybrid automobiles driven by motors using electric power supplies such as a fuel cell have been developed. A fuel cell is a cell which obtains electric energy by, for example, supplying fuel gas such as hydrogen and oxidant gas such as oxygen to an electrolytic film. The fuel cell has a high power-generating efficiency, and has attracted attention as an environmentally friendly electric power supply.

[0003] In some cases, vehicles with a fuel cell are provided with a battery such as a secondary cell in addition to the fuel cell, in consideration of possible loss of electric power supply from the fuel cell or of reduced response from the fuel cell. For example, an electric power supply system having a battery connected to a motor in parallel with a fuel cell has been disclosed. In such a case, where a battery is disposed in parallel with a fuel cell, a DC-DC converter is generally provided between the battery and the motor for matching the voltages of the fuel cell and the battery or for retrieving regenerated energy.

## DISCLOSURE OF THE INVENTION

### Object of the Invention

[0004] In the above described background art, electric power is always supplied from a battery to a motor via a DC-DC converter. Further, in many cases, when regenerated energy from a motor is recovered in the battery, electric power is retrieved via the DC-DC converter. In such a configuration, a power loss occurs at the DC-DC converter, which reduces the vehicle efficiency.

[0005] Moreover, in the event of a malfunction in a semiconductor element in a DC-DC converter, an output of a fuel cell or battery may become abnormally high, increasing the likelihood that an abnormal state will occur in the fuel cell or battery. For example, when a battery is connected to a motor only via a DC-DC converter and operation of both the DC-DC converter and the fuel cell are suspended at the same time due to trouble or malfunction, a problem occurs that the suspension of electric power supply to a motor disables the vehicle.

[0006] An object of the present invention is to provide an electric power supply system and a vehicle provided with such an electric power supply system which resolves at least one of the problems of the above described background art.

### Means for Achieving the Object

[0007] An aspect of the present invention is an electric power supply system which includes multiple drive motors, an electric power converter for converting a DC voltage, multiple electric power supplies with mutually different output voltages for supplying electric power to the multiple drive motors. Each of the electric power supplies is connected to at least one of the multiple drive motors via the electric

power converter, while also being connected to at least one of the multiple drive motors via the electric power converter.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0008] FIG. 1 is a configuration diagram of an electric power supply system according to an embodiment of the present invention.

[0009] FIG. 2 is a flow chart showing a control of an electric power supply system according to an embodiment of the present invention.

[0010] FIG. 3 is a diagram showing a relationship between output power and efficiency of a general electric power supply.

[0011] FIG. 4 is a flowchart showing a process in an embodiment of the present invention in the event of a malfunction in an electric power supply.

[0012] FIG. 5 is a flowchart showing a process in an embodiment of the present invention in the event of a malfunction in an electric power supply.

[0013] FIG. 6 is a configuration diagram of a modified electric power supply system according to an embodiment of the present invention.

[0014] FIG. 7 is a configuration diagram of a modified electric power supply system according to an embodiment of the present invention.

## BEST MODE FOR CARRYING OUT THE INVENTION

### Configuration

[0015] As shown in FIG. 1, an electric power supply system 100 of one embodiment of the present invention is configured to include a first electric power supply 10, a second electric power supply 12, a voltage converter 14, a first inverter circuit 16, a first motor 18, a second inverter circuit 20, a second motor 22, and a control circuit 24. The electric power supply system 100 can be applied to a vehicle which is driven by using at least one of the first motor 18 and the second motor 22 as a drive source with the first electric power supply 10 and the second electric power supply 12. The configuration of this embodiment can be also applied to a hybrid automobile provided further with an engine.

[0016] The first electric power supply 10 is a DC power supply which in this embodiment is used as a primary power source for the electric power supply system 100. The first electric power supply 10 can be a fuel cell which obtains electric energy by supplying fuel gas such as hydrogen and oxidant gas such as oxygen to an electrolytic film. Applicable types of fuel cell include polymer electrolyte cells, phosphoric acid cells, molten carbonate cells, or the like, but are not limited to these types. As the first electric power supply 10, various types of electric power generation means (such as an engine-driven electric generator) which have sufficient capacity for stable motor driving can be applied.

[0017] The first electric power supply 10 is configured such that output power can be controlled using a control signal from the control circuit 24. The output power can be controlled by a conventional controlling method, for example, by controlling factors such as the amount of fuel gas or oxidant gas supplied into the first electric power supply 10, or the water content of the fuel gas or oxidant gas. Further, the first electric power supply 10 is provided with a voltage sensor, electric current sensor, or the like. These sensors measure

whether the required electric power  $W_x$  calculated in step S10 is within a predetermined high-efficiency output range  $W_{RNG}$ . The output-efficiency relational table of the first electric power supply 10 is preferably measured and stored in the memory in advance.

[0030] Generally, output power and an efficiency of the first electric power supply 10 relate as shown in the graph of FIG. 3. That is, in an output power range lower than the maximum efficiency point, the efficiency gradually increases as output power increases, while in an output power range higher than the maximum efficiency point, the efficiency is gradually reduced as output power increases. An output power range higher than a predetermined efficiency  $\eta_{TH}$  is defined as a high-efficiency output range  $W_{RNG}$ . If the first electric power supply 10 is a fuel cell, the high-efficiency output range  $W_{RNG}$  is preferably in a range of 7% to 30% of the maximum output.

[0031] The control circuit 24 instructs to proceed a process to step S14 if the required electric power  $W_x$  is within the predetermined high efficiency range  $W_{RNG}$  to step S16 if the required electric power  $W_x$  is higher than the predetermined high efficiency range  $W_{RNG}$ , and to step S18 if the required electric power  $W_x$  is lower than the predetermined high efficiency range  $W_{RNG}$ .

[0032] At step S14, the first motor 18 is driven by supplying electric power from the first electric power supply 10. The control circuit 24 instructs the first electric power supply 10, by sending a control signal to the first electric power supply 10, to supply DC power of required electric power  $W_x$  to the first inverter circuit 16 because the required electric power  $W_x$  is within the high-efficiency output range  $W_{RNG}$  of the first electric power supply 10. If the first electric power supply 10 is a fuel cell, a control can be performed so that the required electric power  $W_x$  is output, for example, by controlling a flow rate of fuel gas or oxidant gas. The first inverter circuit 16 converts the DC power to three-phase AC power before supplying the electric power to the first motor 18. In this way, a required drive force is supplied from the first motor 18.

[0033] In this process, because the electric power is supplied without transmission through the voltage converter 14, the reduced efficiency caused by power consumption at the voltage converter 14 can be avoided.

[0034] For a four wheel drive vehicle, the second motor 22 may be driven by supplying electric power from the first electric power supply 10 via the voltage converter 14 as required. The control circuit 24 then distributes output power from the first electric power supply 10 to the first inverter circuit 16 and to the second inverter circuit 20 at a desired ratio by controlling a voltage conversion of the voltage converter 14. In such a case, because electric power is supplied to the second motor 22 via the voltage converter 14, the overall efficiency is less than when only the first motor 18 is used.

[0035] Further, electric power excessively supplied from the first electric power supply 10 may be used to recharge the second electric power supply 12 via the voltage converter 14. Regenerated energy from the first motor 18 may be also used to recharge the second electric power supply 12 via the voltage converter 14.

[0036] At step S16, driving is performed using both the first electric power supply 10 and the second electric power supply 12. That is, electric power is supplied to multiple drive motors from multiple electric power supplies in such a manner that the maximum output voltage of each of the multiple electric power supplies is not exceeded and without using the voltage

converter. The control circuit 24 assigns the required electric power  $W_x$  for output to the first electric power supply 10 and to the second electric power supply 12, because the required electric power  $W_x$  is higher than the high-efficiency output range  $W_{RNG}$  of the first electric power supply 10.

[0037] For example, the control circuit 24 instructs the second electric power supply 12, by sending a control signal to the second electric power supply 12, to output the maximum output value  $W_{MAX}$  which can be output by a combination of the second electric power supply 12 and the second motor 22. The maximum output value  $W_{MAX}$  which can be output by a combination of the second electric power supply 12 and the second motor 22 is preferably measured in advance and stored in the memory of the control circuit 24. If the second electric power supply 12 is a secondary cell, the maximum output value  $W_{MAX}$  may be preferably determined based on a charge status, because the maximum output value  $W_{MAX}$  changes depending on the charge status. For example, a relationship between an output voltage and the maximum output value  $W_{MAX}$  is preferably pre-measured and stored in advance. The control circuit 24 can determine the maximum output value  $W_{MAX}$  based on an output voltage of the second electric power supply 12. The second inverter circuit 20 converts DC power to three-phase AC power before supplying the electric power to the second motor 22. The control circuit 24 instructs the first electric power supply 10, by sending a control signal to the first electric power supply 10, to output power  $W_{D1}$  which is a difference obtained by subtracting the maximum output value  $W_{MAX}$  from the required electric power  $W_x$ . The first inverter circuit 16 converts DC power to three-phase AC power before supplying the electric power to the first motor 18. In this manner, a drive force corresponding to the required electric power  $W_x$  is supplied from the first motor 18 and the second motor 22.

[0038] Control may also be preferably performed in the following manner. The control circuit 24 instructs the first electric power supply 10, by sending a control signal to the first electric power supply 10, to output the maximum efficiency power  $W_H$  with which the efficiency of the first electric power supply 10 reaches maximum. The first inverter circuit 16 converts DC power to three-phase AC power before supplying the electric power to the first motor 18. The control circuit 24 instructs the second electric power supply 12, by sending a control signal to the second electric power supply 12, to output power  $W_{D2}$  which is a difference obtained by subtracting the maximum efficiency power  $W_H$  from the required electric power  $W_x$ . The second inverter circuit 20 converts DC power to three-phase AC power before supplying the electric power to the second motor 22. In this way, a drive force corresponding to the required electric power  $W_x$  is supplied from the first motor 18 and the second motor 22. If the power  $W_{D2}$  is greater than the maximum output value  $W_{MAX}$  which can be output by a combination of the second electric power supply 12 and the second motor 22, the excessive electric power may be assigned to a combination of the first electric power supply 10 and the first motor 18.

[0039] With this process, because the electric power can be supplied while avoiding the voltage converter 14, a drop in efficiency caused by power consumption at the voltage converter 14 can be avoided.

[0040] Control is preferably performed in such a manner that the maximum efficiency can be obtained by the system as a whole by taking into account the single cell efficiency of the fuel cell (the first electric power supply 10), charge and dis-

imum output value  $W_{MAX}$ . If it is determined that the required electric power  $W_x$  is less than or equal to the maximum output value  $W_{MAX}$ , the control circuit 24 instructs the second electric power supply 12, by sending a control signal to the second electric power supply 12, to supply DC power of the required electric power  $W_x$  to the second inverter circuit 20. If the required electric power  $W_x$  is greater than the maximum output value  $W_{MAX}$ , the control circuit 24 instructs the second electric power supply 12, to supply the DC power of the maximum output value  $W_{MAX}$  to the second inverter circuit 20. The second inverter circuit 20 converts the DC power to three-phase AC power before supplying the electric power to the second motor 22. In this manner, as long as the second electric power supply 12 can supply sufficient electric power, a required minimum drive force can be supplied from the second motor 22.

[0055] In this process, because the electric power can be supplied without using the voltage converter 14, an efficiency drop caused by power consumption at the voltage converter 14 can be avoided, thereby enabling an efficient emergency process in the event of equipment trouble.

[0056] Next, an example of control in the event of a malfunction in the second electric power supply 12 will be explained by referring to a flowchart shown in FIG. 5. If the output power measurement signal received from the second electric power supply 12 is greater than or equal to the predetermined abnormal threshold value  $W_{AB}$ , the control circuit 24 starts the control below. Such a malfunction may occur, for example, when a semiconductor element included in the voltage converter 14 malfunctions.

[0057] At step S40, output from the second electric power supply 12 is halted. The controller 24 determines that a malfunction has occurred in the second electric power supply 12 if the output power from the second electric power supply 12 is greater than or equal to the predetermined abnormal threshold value  $W_{AB}$ , and sends a control signal to the second electric power supply 12 to stop the output from the second electric power supply 12.

[0058] At step S42, the voltage converter 14 is stopped. The controller 24 sends a stop signal to the voltage converter 14 to suspend the voltage conversion in the voltage converter 14. In this manner, the second motor 22 which is connected to the second electric power supply 12 not via the voltage converter 14 is stopped. At step S44, the second inverter circuit 20 is stopped. The controller 24 sends a stop signal to the second inverter circuit 20 to suspend operation.

[0059] At step S46, the first motor 18 is driven by electric power supplied from the first electric power supply 10. The control circuit 24 determines whether or not the required electric power  $W_x$  is less than or equal to the maximum output value  $W_{MAX}$ . If the required electric power  $W_x$  is less than or equal to the maximum output value  $W_{MAX}$ , the control circuit 24 instructs the first electric power supply 10, by sending a control signal to the first electric power supply 10, to supply the DC power of the required electric power  $W_x$  to the first inverter circuit 16. If the required electric power  $W_x$  is greater than the maximum output value  $W_{MAX}$ , the control circuit 24 instructs the first electric power supply 10, by sending a control signal to the first electric power supply 10, to supply the DC power of the maximum output value  $W_{MAX}$  to the first inverter circuit 16. The first inverter circuit 16 converts the DC power to three-phase AC power before supplying the electric

power to the first motor 18. In this way, a required minimum drive force can be supplied from the first motor 18.

[0060] In this process, because the electric power can be supplied while avoiding the voltage converter 14, the reduction in efficiency caused by power consumption at the voltage converter 14 can be avoided, resulting in a more efficient emergency process in the event of a malfunction. That is, if trouble occurs in one of the electric power supplies, electric power is supplied into at least one of the drive motors from a normally-operating electric power supply among the multiple electric power supplies. Through this process, the electric power is supplied preferentially to a drive motor which is connected to a normally-operating electric power supply, not via the voltage converter. In this way, if multiple electric power supplies are required to be stopped, at least one drive motor can continue to be driven by supplying electric power from another electric power supply. Also in this case, by driving a drive motor which is connected to a normally-operating electric power supply while avoiding the voltage converter, a loss at the voltage converter can be avoided.

#### Example Modification

[0061] The present invention can be applied to an electric power system and a vehicle having two or more electric power supplies. For example, as shown in FIG. 6, the present invention can be applied to an electric power system 102 in which three electric power supplies 10, 12, 26 are connected each other via two voltage converters 14, 28.

[0062] Here, the third electric power supply 26 is a DC power supply which is used as an auxiliary power supply of the electric power system 102. Often, the third electric power supply 26 is an electric power supply having different output voltage from the output voltage of the first electric power supply 10. The third electric power supply 26 is preferably a secondary cell which can charge and discharge regenerated energy from a motor and an excessive electric power from the first electric power supply 10. The third electric power supply 26 is configured in such a manner that the output power is controllable according to a control signal from the control circuit 24. The third electric power supply 26 is provided with a voltage sensor, an electric current sensor, or the like. These sensors measure power output from the third electric power supply 26, and a measurement signal is output into the control circuit 24.

[0063] A third inverter circuit 30 is configured to include a circuit for converting DC power to three-phase AC power. The third inverter circuit 30 is configured to be able to start and stop a DC-AC conversion according to a control signal from the control circuit 24. The third motor 32 is a synchronous motor driven by the three-phase AC power. The third motor 32 is configured to be able to be started and stopped according to a control signal from the control circuit 24.

[0064] The third electric power supply 26 is connected to the third motor 32 via the third inverter circuit 30. An output from the third motor 32 is transmitted to an axle of a vehicle via a transmission, clutch, or the like which is used for changing a rotational ratio. For example, a six-wheel drive vehicle can be configured by using the first motor 18, second motor 22, and third motor 32.

[0065] The voltage converter 28 is configured to include a DC voltage conversion circuit. The voltage converter 28 is configured such that it can be stopped and started according to a control signal from the control circuit 24. The first electric power supply 10 and the third electric power supply 26 are

9. The electric power supply system according to claim 1, wherein

at least one of the plurality of electric power supplies is a secondary cell which can be charged and discharged; and  
a load of output power is distributed to each of the plurality of electric power supplies based on a charge status of the secondary cell in such a manner that the maximum output power of the secondary cell is not exceeded.

10-11. (canceled)

12. A vehicle comprising:

a plurality of drive motors;

a bidirectional electric power converter for converting a DC voltage; and

a plurality of electric power supplies with mutually different output voltages for supplying the plurality of drive motors,

wherein each of the plurality of electric power supplies is connected to at least one of the plurality of drive motors by a path that does not include the bidirectional electric power converter, and also to at least one of the plurality of drive motors by a path that does include the bidirectional electric power converter, and

when an abnormal output is obtained from at least one of the plurality of electric power supplies, the output from the electric power supply with the abnormal output and the power conversion of the bidirectional electric power converter are both suspended in order to supply electric power from an electric power supply other than the one with the abnormal output to at least one of the plurality of drive motors via a path that does not include the bidirectional electric power converter.

13. The vehicle according to claim 12, wherein

at least one of the plurality of drive motors is used for driving front wheels and at least one of the plurality of drive motors is used for driving rear wheels.

14. The vehicle according to claim 12, wherein

at least one of the plurality of electric power supplies is a fuel cell; and

a controller is provided for distributing a load for each of the plurality of electric power supplies in such a manner that power output by the fuel cell is within a predetermined high-efficiency output range.

15. The vehicle according to claim 14, wherein

when a required electric power for the plurality of drive motors is greater than or within the high-efficiency output range, the controller instructs an electric power supply other than a fuel cell among the plurality of electric power supplies to supply electric power to at least one of the plurality of drive motors.

16. The vehicle according to claim 15, wherein

the controller instructs an electric power supply other than a fuel cell among the plurality of electric power supplies to supply electric power to at least one of the plurality of drive motors via a path that does not include the bidirectional electric power converter.

17. The vehicle according to claim 15, wherein

when the required electric power is not greater than maximum output power of the electric power supplies among the plurality of electric power supplies which are not fuel cells, the controller instructs only an electric power supply other than a fuel cell among the plurality of electric power supplies to supply electric power to at least one of the plurality of drive motors.

18. The vehicle according to claim 15, wherein

when the required electric power is greater than maximum output power of the electric power supplies among the plurality of electric power supplies which are not fuel cells, the controller instructs the fuel cell to supply the additional required electric power to at least one of the plurality of drive motors.

19. The vehicle according to claim 18, wherein

the controller instructs the fuel cell to supply electric power to at least one of the plurality of drive motors via a path that does not include the bidirectional electric power converter.

20. The vehicle according to claim 12, wherein

at least one of the plurality of electric power supplies is a secondary cell which can be charged and discharged; and

a load of output power is distributed to each of the plurality of electric power supplies based on a charge status of the secondary cell in such a manner that the maximum output power of the secondary cell is not exceeded.

21-22. (canceled)

\* \* \* \* \*

**PATENT**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the **PATENT APPLICATION** of:

Robert Dean King et al.

**Application No.:** 15/799,045

**Confirmation No.:** 9433

**Filed:** 10/31/2017

**For:** Vehicle propulsion system with multi-channel DC bus and method of manufacturing same

**Group:** 2837

**Examiner:** Glass, Erick David

**Our File:** 273252-8

**Date:** January 22, 2019

**REPLY PURSUANT TO 37 C.F.R. §1.116**

Mail Stop After-Final  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Examiner:

This Reply is being timely filed in response to the Final Office Action dated November 23, 2018.

Please amend the application without prejudice or disclaimer as follows:

**AMENDMENTS TO THE CLAIMS:**

This listing of claims will replace all prior versions, and listings, of claims in the application:

1. (Currently Amended) A system for a hybrid electric vehicle, comprising:
  - an energy storage system;
  - a bi-directional DC/DC converter coupled to the energy storage system;
  - a first traction motor coupled to the bi-directional DC/DC converter;
  - a second traction motor coupled to the bi-directional DC/DC converter;
  - a transmission device coupled to the first traction motor, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears;
  - a gear assembly coupled ~~[[to]]~~ between the second traction motor and the transmission device such that the output of the second traction motor bypasses the transmission device;
  - an internal combustion engine coupled to the transmission device via a path that does not include the first traction motor and second traction motor;
  - and
  - a control system configured to selectively:
    - operate the first traction motor and second traction motor to drive the vehicle through the transmission device and gear assembly, respectively; and
    - operate the first traction motor as a generator to generate electrical power while operating the second traction motor to drive the vehicle through the gear assembly.

2. (Original) The system of claim 1, wherein the energy storage system comprises a battery.
3. (Withdrawn) The system of claim 1, further comprising a second energy storage system coupled to the bi-directional DC/DC converter.
4. (Withdrawn) The system of claim 3, wherein the first energy storage system comprises at least one of an ultracapacitor and a power battery, and the second energy storage system comprises an energy battery.
5. (Original) The system of claim 1, further comprising a bypass coupling device configured to selectively couple the energy storage device to the first traction motor to bypass the bi-directional DC/DC converter.
6. (Canceled)
7. (Previously Presented) The system of claim 1, further comprising a wheel/axle assembly coupled to the gear assembly.
8. (Original) The system of claim 1, further comprising:
  - a first inverter coupled between the bi-directional DC/DC converter and first traction motor; and
  - a second inverter coupled between the bi-directional DC/DC converter and second traction motor.
9. (Original) The system of claim 8, wherein the first traction motor is an AC

motor and the second traction motor is an AC motor.

10. (Previously Presented) The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the first traction motor is provided to the energy storage system.
11. (Previously Presented) The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the first traction motor is provided to the second traction motor.
12. (Previously Presented) The system of claim 1, wherein the control system is further configured to operate the second traction motor as a generator to generate electrical power.
13. (Previously Presented) The system of claim 12, wherein the electrical power generated by the second traction motor is provided to the energy storage system.
14. (Currently Amended) A vehicle propulsion system, comprising:
  - an energy storage system;
  - a bi-directional DC/DC converter coupled to the energy storage system,
  - the bi-directional DC/DC converter coupled to both a first DC bus and a second DC bus of a DC bus assembly;
  - a first traction drive system coupled to the first DC bus, the first traction drive system comprising a first inverter coupled to a first electric motor;
  - a second traction drive system coupled to the second DC bus, the second traction drive system comprising a second inverter coupled to a second

electric motor;

a transmission device coupled to the first traction drive system, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears;

a gear assembly coupled ~~[[to]]~~ between the second traction drive system and the transmission device such that the output of the second traction motor bypasses the transmission device;

an internal combustion engine coupled to the transmission device via a path that does not include the first electric motor and second electric motor; and

a control system configured to selectively:

operate the first traction drive system and second traction drive system to drive the vehicle through the transmission device and gear assembly, respectively; and

operate the first traction drive system to generate electric power while operating the second traction drive system to drive the vehicle through the gear assembly.

15. (Original) The system of claim 14, wherein the energy storage system comprises a battery.

16. (Withdrawn) The system of claim 14, further comprising a second energy storage system coupled to the bi-directional DC/DC converter.

17. (Canceled)

18. (Previously Presented) The system of claim 14, further comprising a wheel/axle assembly coupled to the gear assembly.
19. (Previously Presented) The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the first traction drive system is provided to the energy storage system.
20. (Previously Presented) The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the first traction drive system is provided to the second traction drive system.
21. (Currently Amended) A hybrid electric vehicle propulsion system, comprising:
- an energy storage system;
  - a buck/boost converter coupled to the energy storage system;
  - a first inverter coupled to the buck/boost converter;
  - a second inverter coupled to the buck/boost converter;
  - a first AC motor coupled to the first inverter;
  - a second AC motor coupled to the second inverter;
  - a transmission device coupled to the first AC motor, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears;
    - a gear assembly coupled [[to]] between the second ~~traction~~ AC motor and the transmission device such that the output of the second AC motor bypasses the transmission device;
  - an internal combustion engine coupled to the transmission device via a path that does not include the first AC motor and second AC motor; and
  - a control system configured to selectively:

operate the first AC motor and second AC motor to drive the vehicle through the transmission device and gear assembly,  
respectively; and

operate the first AC motor as a generator to generate electrical power while operating the second AC motor to drive the vehicle through the gear assembly.

22. (Currently Amended) A hybrid electric vehicle propulsion system, comprising:

an energy storage system;

a buck/boost converter coupled to the energy storage system;

a first inverter coupled to the buck/boost converter;

a second inverter coupled to the buck/boost converter;

a first AC motor coupled to the first inverter;

a second AC motor coupled to the second inverter;

a transmission device coupled to the first AC motor, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears;

a gear assembly coupled ~~[[to]]~~ between the second AC motor and the transmission device such that the output of the second AC motor bypasses the transmission device;

an internal combustion engine coupled to the transmission device; and

a control system configured to selectively:

operate the first AC motor and second AC motor to drive the vehicle through the transmission device and gear assembly,  
respectively; and

operate the first AC motor as a generator to generate electrical

**Applicants:** King et al.  
**Application No.:** 15/799,045

power while operating the second AC motor to drive the vehicle  
through the gear assembly.

**REMARKS/ARGUMENTS**

After the foregoing Amendment, claims 1-5, 7-16, and 18-22 are currently pending in this application. Claims 6 and 17 are canceled without prejudice. Claims 3-4 and 16 are withdrawn from consideration. Claims 1, 14, and 21-22 are amended. No new matter is added.

**Allowable Subject Matter**

Applicants thank the Examiner for indicating claim 5 contains allowable subject matter.

**Claim Rejections – 35 USC § 103**

Claims 1-2, 7-15, and 18-22 are rejected under 35 U.S.C. § 103 as being unpatentable over Bender (US 2006/0250902) in view of Miller (US 2007/0007939). Reconsideration is respectfully requested.

Independent claim 1, and all claims dependent therefrom, are distinguishable over the prior art and in condition for allowance for at least the following reasons. Independent claim 1 as amended recites: A system for a hybrid electric vehicle, comprising: an energy storage system; a bi-directional DC/DC converter coupled to the energy storage system; a first traction motor coupled to the bi-directional DC/DC converter; a second traction motor coupled to the bi-directional DC/DC

converter; a transmission device coupled to the first traction motor, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears; a gear assembly coupled between the second traction motor and the transmission device such that the output of the second traction motor bypasses the transmission device; an internal combustion engine coupled to the transmission device via a path that does not include the first traction motor and second traction motor; and a control system configured to selectively: operate the first traction motor and second traction motor to drive the vehicle through the transmission device and gear assembly, respectively; and operate the first traction motor as a generator to generate electrical power while operating the second traction motor to drive the vehicle through the gear assembly. Support for the amendment is found in at least Figures 1 and 7 and paragraphs [0027]-[0028]. As such, no new matter is added.

Without agreeing to the rejection, in order to further prosecution, independent claim 1 has been amended to more clearly define the coupling between the second traction motor, transmission, and gear assembly. In particular, Bender and Miller, either alone or in combination, do not teach or suggest, “a gear assembly coupled between the second traction motor and the transmission device such that the output of the second traction motor bypasses the transmission device”, as

recited in amended claim 1. Therefore, allowance of independent claim 1 is respectfully requested.

Claims 2-5 and 7-13 are dependent upon independent claim 1 and are allowable over the cited references for the reasons provided above.

Similar amendments have been applied to independent claims 14, 21, and 22. In particular, Bender and Miller do not teach or suggest “a gear assembly coupled between the second traction drive system and the transmission device such that the output of the second traction motor bypasses the transmission device”, as recited in amended claim 14. Further, Bender and Miller do not teach or suggest “a gear assembly coupled between the second AC motor and the transmission device such that the output of the second AC motor bypasses the transmission device”, as recited in amended claim 21. Bender and Miller also do not teach or suggest “a gear assembly coupled between the second AC motor and the transmission device such that the output of the second AC motor bypasses the transmission device”, as recited in amended claim 22. As such, allowance of independent claims 14, 21, and 22 is respectfully requested.

Claims 15-16 and 18-20 are dependent upon independent claim 14 and are allowable over the cited references for the reasons provided above.

Therefore, reconsideration and withdrawal of the § 103 rejections on claims 1-2, 7-15, and 18-22 is respectfully requested.

**Applicants:** King et al.  
**Application No.:** 15/799,045

**Conclusion**

In view of the foregoing amendment and remarks, Applicants respectfully submit that the present application is in condition for allowance and a notice to that effect is respectfully requested.

If the Examiner believes that any additional minor formal matters need to be addressed in order to place this application in condition for allowance, or that a telephonic interview will help to materially advance the prosecution of this application, the Examiner is invited to contact the undersigned by telephone at the Examiner's convenience.

Should any fees be due, the Commissioner is hereby authorized to charge any fees in connection with this application and to credit any overpayments to Deposit Account No. 09-0470.

Respectfully submitted,  
Robert Dean King et. al.

By: /Craig M. Drachtman/  
Craig M. Drachtman  
Registration No. 73,016

Meagher Emanuel  
Laks Goldberg & Liao, LLP  
One Palmer Square, Suite 325  
Princeton, NJ 08542  
609-454-3500

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (02-18)

Approved for use through 11/30/2020. OMB 0851-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

|                                                                                                     |                        |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>INFORMATION DISCLOSURE<br/>STATEMENT BY APPLICANT</b><br>( Not for submission under 37 CFR 1.99) | Application Number     | 15799045           |
|                                                                                                     | Filing Date            | 2017-10-31         |
|                                                                                                     | First Named Inventor   | Robert Dean King   |
|                                                                                                     | Art Unit               | 2837               |
|                                                                                                     | Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
|                                                                                                     | Attorney Docket Number | 273252-8           |

| U.S. PATENTS                                                                                               |         |                                      |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Examiner Initial*                                                                                          | Cite No | Patent Number                        | Kind Code <sup>1</sup>    | Issue Date             | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear |                                                                          |                |
|                                                                                                            | 1       |                                      |                           |                        |                                                 |                                                                          |                                                                          |                |
| If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.                |         |                                      |                           |                        |                                                 |                                                                          | Add                                                                      |                |
| U.S. PATENT APPLICATION PUBLICATIONS                                                                       |         |                                      |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
| Examiner Initial*                                                                                          | Cite No | Publication Number                   | Kind Code <sup>1</sup>    | Publication Date       | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear |                                                                          |                |
|                                                                                                            | 1       | 20100194318                          | A1                        | 2010-08-05             | Aso                                             |                                                                          |                                                                          |                |
| If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. |         |                                      |                           |                        |                                                 |                                                                          | Add                                                                      |                |
| FOREIGN PATENT DOCUMENTS                                                                                   |         |                                      |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
| Examiner Initial*                                                                                          | Cite No | Foreign Document Number <sup>3</sup> | Country Code <sup>2</sup> | Kind Code <sup>4</sup> | Publication Date                                | Name of Patentee or Applicant of cited Document                          | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear | T <sup>5</sup> |
|                                                                                                            | 1       | 2007-174867                          | JP                        | A                      | 2007-07-05                                      | Toyota Motor Corp                                                        | With English Abstract                                                    |                |
|                                                                                                            | 2       | H5-176411                            | JP                        | A                      | 1991-12-20                                      | Toyota Motor Corp                                                        | With English Abstract                                                    |                |
|                                                                                                            | 3       | 2009-522167                          | JP                        | A                      | 2006-12-20                                      | General Electric Company                                                 | With English Abstract                                                    |                |

**INFORMATION DISCLOSURE  
STATEMENT BY APPLICANT**  
( Not for submission under 37 CFR 1.99)

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Application Number     | 15799045           |
| Filing Date            | 2017-10-31         |
| First Named Inventor   | Robert Dean King   |
| Art Unit               | 2837               |
| Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
| Attorney Docket Number | 273252-8           |

|   |              |    |    |            |                          |                       |
|---|--------------|----|----|------------|--------------------------|-----------------------|
| 4 | 2005-143274  | JP | A  | 2005-06-02 | Nissan Motor             | With English Abstract |
| 5 | 2003-244801A | JP | a  | 2003-08-29 | TOYOTA MOTOR CORP        | With English Abstract |
| 6 | 2006-230071  | JP | A  | 2006-08-31 | TOYOTA MOTOR CORP        | With English Abstract |
| 7 | 2502773      | EP | A2 | 2012-09-26 | General Electric Company |                       |

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button

Add

**NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS**

Remove

| Examiner Initials* | Cite No | Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published. | T5 |
|--------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                    | 1       | Copy of Summons for corresponding EP Application No.15152810.6 dated June 4, 2018.                                                                                                                                                                              |    |
|                    | 2       | Copy of Notification of Reasons for Refusal for corresponding JP Application No.: 2015-009031 dated December 28, 2018.                                                                                                                                          |    |
|                    | 3       | Copy of Search Report for corresponding JP Application N.: 2015-009031 dated December 18, 2018.                                                                                                                                                                 |    |

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button

Add

**EXAMINER SIGNATURE**

|                    |  |                 |  |
|--------------------|--|-----------------|--|
| Examiner Signature |  | Date Considered |  |
|--------------------|--|-----------------|--|

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

**INFORMATION DISCLOSURE  
STATEMENT BY APPLICANT**  
( Not for submission under 37 CFR 1.99)

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Application Number     | 15799045           |
| Filing Date            | 2017-10-31         |
| First Named Inventor   | Robert Dean King   |
| Art Unit               | 2837               |
| Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
| Attorney Docket Number | 273252-8           |

<sup>1</sup> See Kind Codes of USPTO Patent Documents at [www.USPTO.GOV](http://www.USPTO.GOV) or MPEP 901.04. <sup>2</sup> Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>3</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>4</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>5</sup> Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.

|                                                                                                     |                        |                    |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------|
| <b>INFORMATION DISCLOSURE<br/>STATEMENT BY APPLICANT</b><br>( Not for submission under 37 CFR 1.99) | Application Number     |                    | 15799045   |
|                                                                                                     | Filing Date            |                    | 2017-10-31 |
|                                                                                                     | First Named Inventor   | Robert Dean King   |            |
|                                                                                                     | Art Unit               | 2837               |            |
|                                                                                                     | Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |            |
|                                                                                                     | Attorney Docket Number | 273252-8           |            |

### CERTIFICATION STATEMENT

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

**OR**

☒ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

☐ The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

A certification statement is not submitted herewith.

### SIGNATURE

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

|            |                      |                     |            |
|------------|----------------------|---------------------|------------|
| Signature  | /Craig M. Drachtman/ | Date (YYYY-MM-DD)   | 2019-01-22 |
| Name/Print | Craig M. Drachtman   | Registration Number | 73016      |

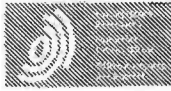
This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. **DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

## Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.



Espacenet

Bibliographic data: JP2007174867 (A) — 2007-07-05

## POWER SUPPLY UNIT FOR VEHICLE

**Inventor(s):** KATSUTA KOJI, OBA HIDEHIRO ± (KATSUTA KOJI, ; OBA HIDEHIRO)

**Applicant(s):** TOYOTA MOTOR CORP ± (TOYOTA MOTOR CORP)

**Classification:** - international: B60L11/12; B60L3/00; H01M10/44; H02J7/02; H02J7/34  
 - cooperative: B60L11/005; B60L11/1861; B60L11/1864; B60L15/2009; B60L7/14; B60L2210/10; B60L2210/40; B60L2240/12; B60L2240/14; B60L2240/421; B60L2240/427; B60L2240/429; B60L2240/545; B60L2240/547; B60L2240/549; B60L2250/26; Y02T10/645; Y02T10/7005; Y02T10/7022; Y02T10/7044; Y02T10/7061; Y02T10/7216; Y02T10/7241; Y02T10/7275

**Application number:** JP20050372604 20051226 Global Dossier

**Priority number(s):** JP20050372604 20051226

## Abstract of JP2007174867 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a power supply unit for vehicle which controls charging and discharging so that overcharging or overdischarging of short period is also prevented. **SOLUTION:** The power supply unit for the vehicle includes a battery B, a capacitor 23 which is charged more rapidly than the battery B, booster converters 12B, 12C which convert voltages of the battery B and of the capacitor 23, respectively, for supplying to a motor generator M1 or M2, and a controller 30 which controls the booster converters 12B, 12C. The controller 30 starts to charge the capacitor 23 first, when regenerative power is generated in the motor generator M1 or M2, and starts to charge the battery B, when the charging amount of the capacitor 23 reaches a fixed condition. The controller 30 suspends charging of the capacitor 23, after the lapse of a period such as the controller charges to both the battery B and the capacitor 23, after charging of the battery B from the motor generator M1 or M2 has started.

**;(COPYRIGHT) (C)2007,JPO&INPIT**

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-174867

(P2007-174867A)

(43) 公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)

| (51) Int. Cl.        | F I             | テーマコード (参考) |
|----------------------|-----------------|-------------|
| H02J 7/02 (2006.01)  | H02J 7/02 F     | 5G003       |
| H01M 10/44 (2006.01) | H01M 10/44 ZHVP | 5H030       |
| H02J 7/34 (2006.01)  | H02J 7/34 B     | 5H115       |
| B60L 11/12 (2006.01) | B60L 11/12      |             |
| B60L 3/00 (2006.01)  | B60L 3/00 S     |             |

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-372604 (P2005-372604)  
 (22) 出願日 平成17年12月26日 (2005.12.26)

(71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (74) 代理人 100064746  
 弁理士 深見 久郎  
 (74) 代理人 100085132  
 弁理士 森田 俊雄  
 (74) 代理人 100112852  
 弁理士 武藤 正  
 (72) 発明者 勝田 浩司  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
 車株式会社内  
 (72) 発明者 大庭 秀洋  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
 車株式会社内

最終頁に続く

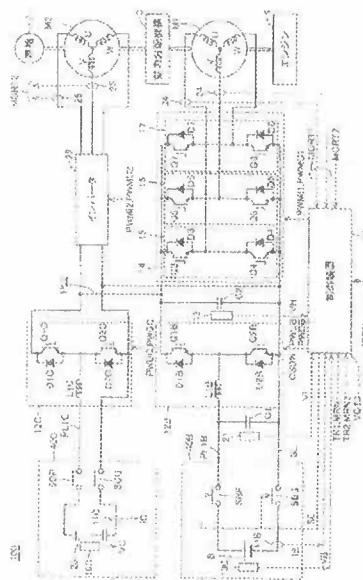
(54) 【発明の名称】 車両用電源装置

## (57) 【要約】

【課題】 短時間の過充電または過放電についても防止するように充放電制御が可能な車両用電源装置を提供する。

【解決手段】 車両用電源装置は、バッテリーBと、バッテリーBよりも急速な充電が可能なキャパシタ23と、モータジェネレータM1またはM2に供給するために、バッテリーBおよびキャパシタ23の電圧をそれぞれ変換する昇圧コンバータ12B、12Cと、昇圧コンバータ12B、12Cを制御する制御装置30とを備える。制御装置30は、モータジェネレータM1またはM2に回生電力が発生した場合に、キャパシタ23にまず充電を開始し、キャパシタ23への充電量が一定条件に達した場合にバッテリーBへの充電を開始する。制御装置30は、バッテリーBへのモータジェネレータM1またはM2からの充電を開始した後バッテリーBおよびキャパシタ23に対して共に充電動作をする期間を経て、キャパシタ23への充電を停止させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

車両に搭載される回転電機との間で電力授受を行なう車両用電源装置であって、

第1の蓄電装置と、

前記第1の蓄電装置よりも急速な充電が可能な第2の蓄電装置と、

前記回転電機に供給するために、前記第1、第2の蓄電装置の電圧をそれぞれ変換する第1、第2の電圧変換装置と、

前記第1、第2の電圧変換装置を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記回転電機に再生電力が発生した場合に、前記第2の蓄電装置にまず充電を開始し、前記第2の蓄電装置への充電量が一定条件に達した場合に前記第1の蓄電装置への充電を開始する、車両用電源装置。

## 【請求項2】

前記制御装置は、前記第1の蓄電装置への前記回転電機からの充電を開始した後前記第1、第2の蓄電装置に対して共に充電動作をする期間を経て、前記第2の蓄電装置への充電を停止させる、請求項1に記載の車両用電源装置。

## 【請求項3】

前記制御装置は、前記第1の蓄電装置に対する充電中に前記第1の蓄電装置の充電状態が所定の状態に達したら、前記第1の蓄電装置への充電を停止して前記第2の蓄電装置に充電先を切り換える、請求項2に記載の車両用電源装置。

## 【請求項4】

車両に搭載される回転電機との間で電力授受を行なう車両用電源装置であって、

第1の蓄電装置と、

前記第1の蓄電装置よりも急速な放電が可能な第2の蓄電装置と、

前記回転電機に供給するために、前記第1、第2の蓄電装置の電圧をそれぞれ変換する第1、第2の電圧変換装置と、

前記第1、第2の電圧変換装置を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記回転電機に電力を供給開始するときには前記第2の蓄電装置から供給を開始し、前記第2の蓄電装置からの放電量が一定条件に達した場合に前記第1の蓄電装置から前記回転電機への電力供給を開始する、車両用電源装置。

## 【請求項5】

前記制御装置は、前記第1の蓄電装置から前記回転電機への電力供給を開始した後前記第1、第2の蓄電装置を併用して電力供給を開始する期間を経て、前記第2の蓄電装置からの電力供給を停止させる、請求項4に記載の車両用電源装置。

## 【請求項6】

前記車両は、前記第1および第2の電圧変換器から電力供給を受けて前記回転電機を駆動するインバータ装置をさらに含む、請求項1～5のいずれか1項に記載の車両用電源装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、車両用電源装置に関し、特に車輪駆動用の回転電機を搭載する車両用電源装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、電気自動車、ハイブリッド自動車および燃料電池自動車などが環境にやさしい車両として大いに注目を浴びている。

## 【0003】

従来の車両に搭載される交流電動機を駆動する電気自動車に関し、たとえば、バッテリーと蓄電用のコンデンサとを併用するハイブリッドシステムが、特開平5-30608号公報（特許文献1）に開示されている。このシステムでは、再生制動による充電モード時に

はバッテリーへの充電を制限して大容量コンデンサに充電の分担を大きくする。

【特許文献1】特開平5-30608号公報

【特許文献2】特開2002-320302号公報

【特許文献3】特開平7-336811号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来、電気自動車やエンジンとモータを併用するハイブリッド自動車のバッテリーとしては、ニッケル水素電池が用いられてきた。近年、よりエネルギー密度の高いリチウムイオン電池がモータ駆動用のバッテリーとして検討されている。

【0005】

ニッケル水素電池は、一時的な過充電については許容でき充電状態の管理は定常的な過充電状態が防止されるようにしておけば、必要な寿命を確保できていた。しかし、リチウムイオン電池は、セル電圧が許容値を少しでも超えると寿命に大きく影響を与えるためニッケル水素電池と比較すると、回生時に管理値のマージンを大きく取る必要があり、結果として回生量を減らすことになる。このためリチウムイオン電池を使用して燃費を向上させるためには、短時間の過充電についても防止するように充電制御を行なう必要がある。

【0006】

特に、車両では減速の要求は急に発生することも多く、特開平5-30608号公報（特許文献1）に開示されるように、分担率を決定してからコンデンサに充電を行なうのでは、バッテリー側が一時的な過充電となる可能性も考えられる。放電についても同様な問題がある。

【0007】

この発明の目的は、短時間の過充電または過放電についても防止するように充放電制御が可能な車両用電源装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明は、要約すると、車両に搭載される回転電機との間で電力授受を行なう車両用電源装置であって、第1の蓄電装置と、第1の蓄電装置よりも急速な充電が可能な第2の蓄電装置と、回転電機に供給するために、第1、第2の蓄電装置の電圧をそれぞれ変換する第1、第2の電圧変換装置と、第1、第2の電圧変換装置を制御する制御装置とを備える。制御装置は、回転電機に回生電力が発生した場合に、第2の蓄電装置にまず充電を開始し、第2の蓄電装置への充電量が一定条件に達した場合に第1の蓄電装置への充電を開始する。

【0009】

好ましくは、制御装置は、第1の蓄電装置への回転電機からの充電を開始した後第1、第2の蓄電装置に対して共に充電動作をする期間を経て、第2の蓄電装置への充電を停止させる。

【0010】

より好ましくは、制御装置は、第1の蓄電装置に対する充電中に第1の蓄電装置の充電状態が所定の状態に達したら、第1の蓄電装置への充電を停止して第2の蓄電装置に充電先を切換える。

【0011】

この発明の他の局面に従うと、車両に搭載される回転電機との間で電力授受を行なう車両用電源装置であって、第1の蓄電装置と、第1の蓄電装置よりも急速な放電が可能な第2の蓄電装置と、回転電機に供給するために、第1、第2の蓄電装置の電圧をそれぞれ変換する第1、第2の電圧変換装置と、第1、第2の電圧変換装置を制御する制御装置とを備える。制御装置は、回転電機に電力を供給開始するときには第2の蓄電装置から供給を開始し、第2の蓄電装置からの放電量が一定条件に達した場合に第1の蓄電装置から回転電機への電力供給を開始する。

【0012】

好ましくは、制御装置は、第1の蓄電装置から回転電機への電力供給を開始した後第1、第2の蓄電装置を併用して電力供給を開始する期間を経て、第2の蓄電装置からの電力供給を停止させる。

【0013】

好ましくは、車両は、第1および第2の電圧変換器から電力供給を受けて回転電機を駆動するインバータ装置をさらに含む。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、短時間の過充電または過放電についても防止するように充放電制御が可能な車両用電源装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0016】

図1は、蓄電用のキャパシタをバッテリーと併用して搭載する車両100の構成を示す回路図である。

【0017】

図1を参照して、車両100は、電池ユニット40Bと、キャパシタユニット40Cと、昇圧コンバータ12B、12Cと、平滑用コンデンサC1、C2と、電圧センサ13、21と、インバータ14、22と、エンジン4と、モータジェネレータM1、M2と、動力分配機構3と、車輪2と、制御装置30を含む。

【0018】

平滑用コンデンサC1は、電源ラインPL1Bと接地ラインSL間に接続される。電圧センサ21は、平滑用コンデンサC1の両端間の電圧VLを検知して制御装置30に対して出力する。昇圧コンバータ12Bは、平滑用コンデンサC1の端子間電圧を昇圧する。平滑用コンデンサC2は、昇圧コンバータ12Bによって昇圧された電圧を平滑化する。電圧センサ13は、平滑用コンデンサC2の端子間電圧VHを検知して制御装置30に出力する。インバータ14は、昇圧コンバータ12Bまたは12Cから与えられる直流電圧を三相交流に変換してモータジェネレータM1に出力する。

【0019】

動力分配機構3は、エンジン4とモータジェネレータM1、M2に結合されてこれらの間で動力を分配する機構である。たとえば動力分配機構としてはサンギヤ、フラインギヤ、リングギヤの3つの回転軸を有する遊星歯車機構を用いることができる。この3つの回転軸がエンジン4、モータジェネレータM1、M2の各回転軸にそれぞれ接続される。なおモータジェネレータM2の回転軸は車輪2に図示しない減速ギヤや作動ギヤによって結合されている。また動力分配機構3の内部にモータジェネレータM2の回転軸に対する減速機をさらに組み込んでよい。

【0020】

電池ユニット40Bは電源ラインPL1Bと接地ラインSLに接続されている。電池ユニット40Bは、バッテリーBと、バッテリーBの負極と接地ラインSLとの間に接続されるシステムメインリレーSBGと、バッテリーBの正極と電源ラインPL1Bとの間に接続されるシステムメインリレーSBPとを含む。システムメインリレーSBP、SBGは、制御装置30から与えられる制御信号SEに応じて導通/非導通状態が制御される。

【0021】

電池ユニット40Bは、さらに、バッテリーBの端子間の電圧VBを測定する電圧センサ10Bと、バッテリーBに流れる電流IBを検知する電流センサ11Bを含む。バッテリーBとしては、たとえば、リチウムイオン電池等の二次電池を用いることができる。

【0022】

キャパシタユニット40Cは電源ラインPL1Cと接地ラインSLに接続されている。電池ユニット40Bは、蓄電用の大容量キャパシタ23と、キャパシタ23の負極と接地ラインSLとの間に接続されるシステムメインリレーSCGと、キャパシタ23の正極と電源ラインPL1Cとの間に接続されるシステムメインリレーSCPとを含む。システムメインリレーSCGは、制御装置30から与えられる制御信号SEに応じて導通／非導通状態が制御される。

【0023】

キャパシタユニット40Cは、さらに、キャパシタ23の端子間の電圧VCを測定する電圧センサ10Cと、キャパシタ23に流れる電流ICを検知する電流センサ11Cとを含む。

【0024】

昇圧コンバータ12Bは、一端が電源ラインPL1Bに接続されるリアクトルL1Bと、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に直列に接続されるIGBT素子Q1B、Q2Bと、IGBT素子Q1B、Q2Bにそれぞれ並列に接続されるダイオードD1B、D2Bとを含む。

【0025】

リアクトルL1Bの他方端はIGBT素子Q1BのエミッタおよびIGBT素子Q2Bのコレクタに接続される。ダイオードD1BのカソードはIGBT素子Q1Bのコレクタと接続され、ダイオードD1BのアノードはIGBT素子Q1Bのエミッタと接続される。ダイオードD2BのカソードはIGBT素子Q2Bのコレクタと接続され、ダイオードD2BのアノードはIGBT素子Q2Bのエミッタと接続される。

【0026】

昇圧コンバータ12Cは、一端が電源ラインPL1Cに接続されるリアクトルL1Cと、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に直列に接続されるIGBT素子Q1C、Q2Cと、IGBT素子Q1C、Q2Cにそれぞれ並列に接続されるダイオードD1C、D2Cとを含む。

【0027】

リアクトルL1Cの他方端はIGBT素子Q1CのエミッタおよびIGBT素子Q2Cのコレクタに接続される。ダイオードD1CのカソードはIGBT素子Q1Cのコレクタと接続され、ダイオードD1CのアノードはIGBT素子Q1Cのエミッタと接続される。ダイオードD2CのカソードはIGBT素子Q2Cのコレクタと接続され、ダイオードD2CのアノードはIGBT素子Q2Cのエミッタと接続される。

【0028】

インバータ14は、昇圧コンバータ12Bおよび12Cから昇圧された電圧を受けてたとえばエンジン4を始動させるためにモータジェネレータM1を駆動する。また、インバータ14は、エンジン4から伝達される動力によってモータジェネレータM1で発電された電力を昇圧コンバータ12Bおよび12Cに戻す。このとき昇圧コンバータ12Bおよび12Cは、降圧回路として動作するように制御装置30によって制御される。

【0029】

インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とを含む。U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に並列に接続される。

【0030】

U相アーム15は、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に直列接続されたIGBT素子Q3、Q4と、IGBT素子Q3、Q4とそれぞれ並列に接続されるダイオードD3、D4とを含む。ダイオードD3のカソードはIGBT素子Q3のコレクタと接続され、ダイオードD3のアノードはIGBT素子Q3のエミッタと接続される。ダイオードD4のカソードはIGBT素子Q4のコレクタと接続され、ダイオードD4のアノードはIGBT素子Q4のエミッタと接続される。

【0031】

V相アーム16は、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に直列接続されたIGBT素子Q5、Q6と、IGBT素子Q5、Q6とそれぞれ並列に接続されるダイオードD5、D6を含む。ダイオードD5のカソードはIGBT素子Q5のコレクタと接続され、ダイオードD5のアノードはIGBT素子Q5のエミッタと接続される。ダイオードD6のカソードはIGBT素子Q6のコレクタと接続され、ダイオードD6のアノードはIGBT素子Q6のエミッタと接続される。

【0032】

W相アーム17は、電源ラインPL2と接地ラインSLとの間に直列接続されたIGBT素子Q7、Q8と、IGBT素子Q7、Q8とそれぞれ並列に接続されるダイオードD7、D8を含む。ダイオードD7のカソードはIGBT素子Q7のコレクタと接続され、ダイオードD7のアノードはIGBT素子Q7のエミッタと接続される。ダイオードD8のカソードはIGBT素子Q8のコレクタと接続され、ダイオードD8のアノードはIGBT素子Q8のエミッタと接続される。

【0033】

各相アームの中間点は、モータジェネレータM1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータジェネレータM1は、三相の永久磁石同期モータであり、U、V、W相の3つのコイルは各々一方端が中点に共に接続されている。そして、U相コイルの他方端がIGBT素子Q3、Q4の接続ノードに接続される。またV相コイルの他方端がIGBT素子Q5、Q6の接続ノードに接続される。またW相コイルの他方端がIGBT素子Q7、Q8の接続ノードに接続される。

【0034】

電流センサ24は、モータジェネレータM1に流れる電流をモータ電流値MCRT1として検出し、モータ電流値MCRT1を制御装置30へ出力する。

【0035】

インバータ22は、電源ラインPL2と接地ラインSLに接続されている。インバータ22は車輪2を駆動するモータジェネレータM2に対して昇圧コンバータ12Bおよび12Cの出力する直流電圧を三相交流に変換して出力する。またインバータ22は、回生制動に伴い、モータジェネレータM2において発電された電力を昇圧コンバータ12Bおよび12Cに戻す。このとき昇圧コンバータ12Bおよび12Cに降圧回路として動作するように制御装置30によって制御される。インバータ22の内部の構成は、図示しないがインバータ14と同様であり、詳細な説明は繰返さない。

【0036】

制御装置30は、トルク指令値TR1、TR2、モータ回転数MRN1、MRN2、電圧VB、VC、VH、電流IB、ICの各値、モータ電流値MCRT1、MCRT2および起動信号IGONを受ける。そして制御装置30は、昇圧コンバータ12Bに対して昇圧指示を行なう制御信号PWUB、降圧指示を行なう制御信号PWDBおよび動作禁止を指示する信号CSDNを出力する。

【0037】

さらに、制御装置30は、インバータ14に対して昇圧コンバータ12B、12Cの出力である直流電圧をモータジェネレータM1を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示PWM11と、モータジェネレータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12B、12C側に戻す回生指示PWMC1とを出力する。

【0038】

同様に制御装置30は、インバータ22に対してモータジェネレータM2を駆動するための交流電圧を直流電圧に変換する駆動指示PWM12と、モータジェネレータM2で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12B、12C側に戻す回生指示PWMC2とを出力する。

【0039】

キャパシタ23は、平滑用コンデンサC2よりも容量が大きい蓄電装置であり、たとえば直列接続される複数の電気二重層コンデンサを含む。なお、電気二重層コンデンサはエ

ネルギ密度が高いが、1セル当たりの耐圧が2.5～2.7V程度であるので、100Vを超える電圧に用いるためには各セルに電圧を分圧させるために複数の電気二重層コンデンサのセルを直列に接続して用いる必要がある。

【0040】

図2は、車両100の発進から停止までの充放電について説明するための波形図である。

【0041】

図2を参照して、時刻t1～t4の間は車速が0から次第に増加し、時刻t4～t6は一定速度で走行が行なわれ時刻t6～t9では減速が行なわれ車速は時刻t9においてゼロになっている。

【0042】

図3は、図1の制御装置30が車両発進または加速時に行なう制御を説明するためのフローチャートである。このフローチャートの処理は、メインルーチンから一定時間経過毎または所定の条件が成立する毎に呼び出されて実行される。

【0043】

図2、図3を参照して、まず処理が開始されると時刻t1において発進または加速の要求の有無が判断される。時刻t0～t1の間は加速要求が無いので処理はステップS1からステップS7に進み、制御はメインルーチンに戻される。

【0044】

時刻t1において、運転者がアクセルペダルを踏み始めたことをアクセル開度センサの出力から検知する等によって、発進または加速要求があったことが検知されると、ステップS1からステップS2に処理が進む。

【0045】

ステップS2では、まずキャパシタ電力を使用して発進または加速が開始されることが指定される。そしてステップS3に処理が進み、キャパシタ23の端子間電圧がVC1未満となったか否かが判断される。

【0046】

時刻t1～t2の間は、キャパシタ23の端子間電圧がVC1未満とならないので、ステップS2の監視が継続され、放電元はキャパシタ23のみに設定される。

【0047】

時刻t2においては、キャパシタ23の端子間電圧がVC1未満となったことに応じてステップS3からステップS4に処理が進む。ステップS4では、キャパシタ23とバッテリーBとを併用して放電が行なわれるように制御が実行される。

【0048】

図4は、図3の時刻t2～t3の放電元の切替について説明するための動作波形図である。

【0049】

図4を参照して、時刻t2までは、図1の昇圧コンバータ12C内部のIGBT素子Q2Cがスイッチング制御されキャパシタ23の電圧が昇圧され、キャパシタ23からインバータ22に電力が送られて車両がモータジェネレータM2によって加速される。この間は、IGBT素子Q1B、Q2B、Q1Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0050】

時刻t2においてキャパシタ23の端子間電圧がVC1未満となると昇圧コンバータ12Bの内部のIGBT素子Q2Bがスイッチング制御されバッテリーBの電圧が昇圧され、バッテリーBからもインバータ22に電力が送られる。そして、時刻t2～t3の間はキャパシタ23とバッテリーBの両方から放電が行なわれる。この時刻t2～t3の間はIGBT素子Q2B、Q2Cがスイッチング制御され、IGBT素子Q1B、Q1Cはゲートオフ状態に制御されている。この間、ステップS5に示すようにモータジェネレータM2で消費される電流の増加率ΔIが所定値を超えているかどうかの監視が行なわれる。なお、電流の増加率ΔIに代えてまたは加えて、消費電流の大きさや消費電力の大きさが所定値

を超えているかどうかを監視しても良い。

【0051】

これは、バッテリーBが過放電となり寿命が短縮されるのを防ぐために、消費電流の増加率や消費電流、消費電力が大きい間はキャパシタ23でバッテリーBを補うことにより、バッテリーBに対して理想に近い放電を実現させるためである。

【0052】

時刻t3になると、ステップS5において、モータジェネレータM2で消費される電流の増加率 $\Delta I$ が所定値よりも下回ったことに応じて、ステップS6に処理が進み、キャパシタ23側からの放電が停止される。そして時刻t3～t4の間は、IGBT素子Q2Bがスイッチング制御され、この間はIGBT素子Q1B、Q1C、Q2Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0053】

そして、時刻t4において加速は終了し、一定速度の走行が行なわれる。時刻t4～t6の間は、エンジンによりモータジェネレータM1により発電された電力がモータジェネレータM2で消費されるが、必要に応じてバッテリーB側からも放電が行なわれる。バッテリーB側からも放電が行なわれる場合は、IGBT素子Q2Bのスイッチングが継続される。

【0054】

図5は、図1の制御装置30が減速時に行なう制御を説明するためのフローチャートである。

【0055】

図2、図5を参照して、時刻t6までは、回生電力が発生せず、ステップS11からステップS19に処理が進み、制御はメインルーチンに移されている。

【0056】

時刻t6においてブレーキペダルの踏み込み等に応じて速度減速される。このとき、回生制動が開始され電力がモータジェネレータM2で発生する。これに応じてステップS11からステップS12に処理が進められる。ステップS12ではキャパシタ23に充電が開始される。そしてステップS13においてキャパシタの電圧VCが所定値VC2に到達していないかどうかの監視がなされる。

【0057】

時刻t6～t7の間は、キャパシタの電圧VCが所定値VC2に到達していないのでステップS13の監視が続行され、キャパシタ23にのみ充電が行なわれている。これにより、回生開始直後の急激な回生電力の増加は、キャパシタ23に吸収され、バッテリーBの寿命には悪影響を与えない。

【0058】

図6は、図3の時刻t7～t8の充電先の切換について説明するための動作波形図である。

【0059】

図6を参照して、時刻t7までは、図1の昇圧コンバータ12C内部のIGBT素子Q1Cがスイッチング制御されインバータ22で発生される高電圧VHがキャパシタ電圧VC付近まで降圧され、キャパシタ23に充電が行なわれる。この間は、IGBT素子Q1B、Q2B、Q2Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0060】

時刻t7においてキャパシタ23の端子間電圧がVC2を超えると昇圧コンバータ12Bの内部のIGBT素子Q1Bがスイッチング制御され昇圧コンバータ12Bでも電圧VHをバッテリーBの電圧VB付近まで降圧する電圧変換が実施され、バッテリーBへもインバータ22からの電力が送られる。そして、時刻t7～t8の間はキャパシタ23とバッテリーBの両方に充電が行なわれる。この時刻t7～t8の間はIGBT素子Q1B、Q1Cがスイッチング制御され、IGBT素子Q2B、Q2Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0061】

この間、ステップS15に示すようにモータジェネレータM2から送られる回生電流の増加率 $\Delta I$ が所定値I2を超えているかどうかの監視が行なわれる。なお、電流の増加率 $\Delta I$ に代えてまたは加えて、回生電流の大きさや回生電力の大きさが所定値を超えているかどうかを監視しても良い。

【0062】

これは、バッテリーBが過充電となり寿命が短縮されるのを防ぐために、回生電流の増加率や回生電流、回生電力が大きい間はキャパシタ23側で過充電分の電力を受け入れることにより、バッテリーBに対して理想に近い充電を実現させるためである。

【0063】

時刻t8になると、ステップS15において、モータジェネレータM2からの回生電流の増加率 $\Delta I$ が所定値I2よりも下回ったことに応じて、ステップS16に処理が進み、キャパシタ23側への充電が停止される。そして時刻t8～t9の間は、IGBT素子Q1Bがスイッチング制御され、この間はIGBT素子Q2B、Q1C、Q2Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0064】

そして、図2に示すように時刻t9において減速は終了し車両は停止する。

図7は、充電先の切換の効果を説明するための波形図である。

【0065】

図7を参照して、充電電流の制御目標値に対して実際の充電電流は波形W1に示すようにオーバーシュートが発生してしまう。このためニッケル水素電池であれば短時間の過充電が許容されるため、上限管理値を制御目標値の直上に設定することが可能であったが、リチウムイオン電池であれば、オーバーシュート分も考慮して、その上に上限管理値を設定しなければならなかった。このようにマージンを大きくすると、搭載する電池容量を大きくする必要があり、車両重量の増大等を招き、燃費の向上の効果はさほど大きくなかった。

【0066】

図2に示すように時刻t6～t7間の回生開始直後の時期をキャパシタに電力を受け入れるように制御することで、バッテリー側の充電電流を図7の波形W2に示すように設定することが可能となるので、バッテリーとしてリチウムイオン電池を使用した場合であっても制御目標値に対して過剰なマージンを設けなくて良くなり、燃費向上の効果を大きくすることができる。

【0067】

再び図5を参照して、ステップS16におけるキャパシタからバッテリーへ切換えて充電が行なわれている間は、ステップS17のバッテリー電圧監視処理が実行されている。ステップS17においてバッテリー電圧VBが満充電の管理上限値VB1を超えない間はステップS19に処理が進み、そのままバッテリーへの充電が続行された状態で制御がメインルーチンに移される。

【0068】

しかし、ステップS17でバッテリー電圧VBが満充電の管理上限値VB1を超えていた場合には、ステップS18に処理が進みバッテリーBからキャパシタ23に充電先が切換えられる。

【0069】

図8は、図5のステップS18における充電先の切換について説明するための動作波形図である。

【0070】

図8を参照して、時刻t20～t21の間は、図1の昇圧コンバータ12B内部のIGBT素子Q1Bがスイッチング制御されインバータ22で発生される高電圧VHがバッテリー電圧VB付近まで降圧され、バッテリーBに充電が行なわれる。この間は、IGBT素子Q2B、Q1C、Q2Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0071】

時刻 $t_{21}$ においてバッテリーBの端子間電圧が $V_{B1}$ を超えると昇圧コンバータ12Cの内部のIGBT素子Q1Cがスイッチング制御され昇圧コンバータ12Cでも電圧 $V_H$ をキャパシタ23の電圧 $V_C$ 付近まで降圧する電圧変換が実施され、キャパシタ23へもインバータ22からの電力が送られる。そして、時刻 $t_{21}$ ～ $t_{22}$ の間はキャパシタ23とバッテリーBの両方に充電が行なわれる。この時刻 $t_{21}$ ～ $t_{22}$ の間はIGBT素子Q1B、Q1Cがスイッチング制御され、IGBT素子Q2B、Q2Cはゲートオフ状態に制御されている。

【0072】

その後時刻 $t_{22}$ ～ $t_{23}$ の間はバッテリーB側への充電が停止され、IGBT素子Q1Cがスイッチング制御され、この間はIGBT素子Q1B、Q2B、Q2Cはゲートオフ状態に制御される。

【0073】

このようにして、回生電力発生中にバッテリーBに電力を受け入れることができなくなったときには、キャパシタ側に充電するように充電先が切換えられる。このようにして回生電力の回収率を上げることができ、燃費の向上をさらに図ることができる。

【0074】

以上の説明に基づき再び図1を参照して本実施の形態について総括する。本実施の形態に係る車両用電源装置は、車両に搭載されるモータジェネレータM1またはM2との間で電力授受を行なう車両用電源装置であって、バッテリーBと、バッテリーBよりも急速な充電が可能なキャパシタ23と、モータジェネレータM1またはM2に供給するために、バッテリーBおよびキャパシタ23の電圧をそれぞれ変換する昇圧コンバータ12B、12Cと、昇圧コンバータ12B、12Cを制御する制御装置30とを備える。制御装置30は、モータジェネレータM1またはM2に回生電力が発生した場合に、キャパシタ23にまず充電を開始し、キャパシタ23への充電量が一定条件に達した場合にバッテリーBへの充電を開始する。

【0075】

好ましくは、制御装置30は、バッテリーBへのモータジェネレータM1またはM2からの充電を開始した後バッテリーBおよびキャパシタ23に対して共に充電動作をする期間を経て、キャパシタ23への充電を停止させる。

【0076】

より好ましくは、制御装置30は、バッテリーBに対する充電中にバッテリーBの充電状態が所定の状態に達したら、バッテリーBへの充電を停止してキャパシタ23に充電先を切換える。

【0077】

このようにすることで、バッテリーBの過充電を避けつつ回生電力の回収率を向上させ、燃費の向上につなげることができる。

【0078】

本実施の形態に係る車両用電源装置は他の局面では、車両に搭載されるモータジェネレータM1またはM2との間で電力授受を行なう車両用電源装置であって、バッテリーBと、バッテリーBよりも急速な放電が可能なキャパシタ23と、モータジェネレータM1またはM2に供給するために、バッテリーBおよびキャパシタ23の電圧をそれぞれ変換する昇圧コンバータ12B、12Cと、昇圧コンバータ12B、12Cを制御する制御装置30とを備える。制御装置30は、モータジェネレータM1またはM2に電力を供給開始するときにはキャパシタ23から供給を開始し、キャパシタ23からの放電量が一定条件に達した場合にバッテリーBからモータジェネレータM1またはM2への電力供給を開始する。

【0079】

好ましくは、制御装置30は、バッテリーBからモータジェネレータM1またはM2への電力供給を開始した後バッテリーBおよびキャパシタ23を併用して電力供給を開始する期間を経て、キャパシタ23からの電力供給を停止させる。

【0080】

好ましくは、車両は、第1および第2の電圧変換器から電力供給を受けてモータジェネレータM1またはM2を駆動するインバータ14または22をさらに含む。

【0081】

このようにすることにより、力行時においては、バッテリーBの寿命を縮めるようなバッテリーBの過放電を避けつつ、加速要求に応じることが可能となる。

【0082】

また、車両での急な減速要求に伴い発生した回生電力に対しては、分相率を決定してからコンデンサに充電を行なうよりも、バッテリー側が一時的な過充電となる可能性を一層低くすることができる。

【0083】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】蓄電用のキャパシタをバッテリーと併用して搭載する車両100の構成を示す回路図である。

【図2】車両100の発進から停止までの充放電について説明するための波形図である。

【図3】図1の制御装置30が車両発進または加速時に行なう制御を説明するためのフローチャートである。

【図4】図3の時刻t2～t3の放電先の切替について説明するための動作波形図である。

【図5】図1の制御装置30が減速時に行なう制御を説明するためのフローチャートである。

【図6】図3の時刻t7～t8の充電先の切替について説明するための動作波形図である。

【図7】充電先の切替の効果を説明するための波形図である。

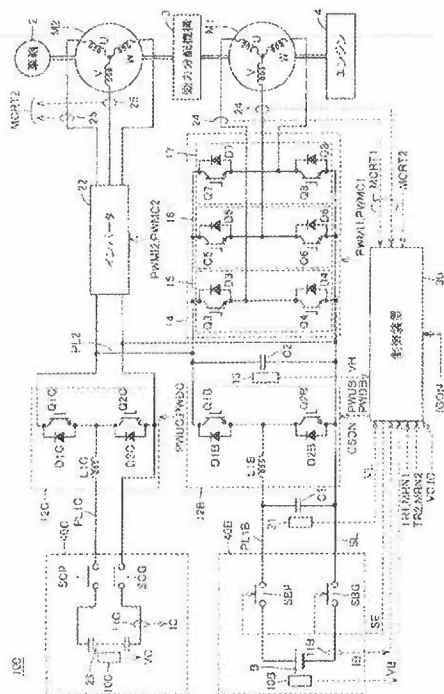
【図8】図5のステップS18における充電先の切替について説明するための動作波形図である。

【符号の説明】

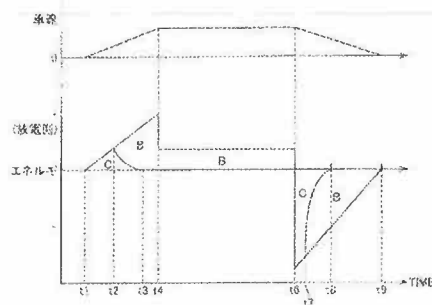
【0085】

2 車輪、3 動力分配機構、4 エンジン、10B、10C、13、21 電圧センサ、11B、11C、24 電流センサ、12B、12C 昇圧コンバータ、14、22 インバータ、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、23 キャパシタ、30 制御装置、40C キャパシタユニット、40B 電池ユニット、100 車両、B バッテリー、C1、C2 平滑用コンデンサ、D1B、D2B、D1C、D2C、D3～D8 ダイオード、L1B、L1C リアクトル、M1、M2 モータジェネレータ、PL1B、PL1C、PL2 電源ライン、Q1B、Q2B、Q1C、Q2C、Q3～Q8 IGBT素子、SBP、SBG、SCP、SCG システムメインリレー、S L 接地ライン。

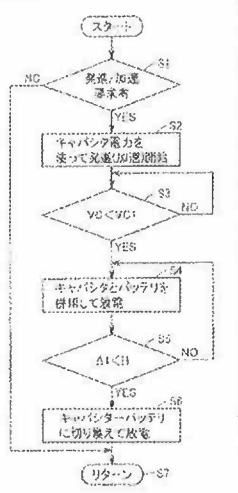
【図1】



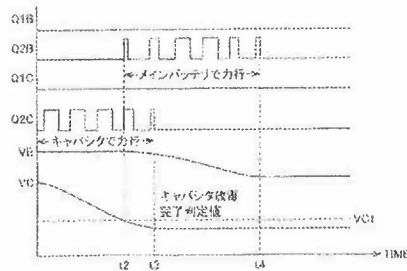
【図2】



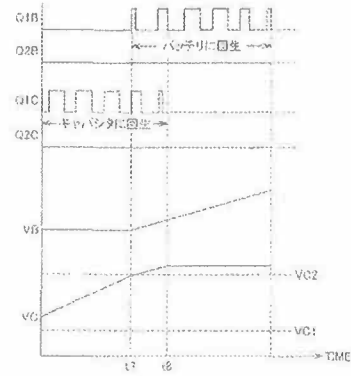
【図3】



【図4】



【E216】

[illegible]

|           |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ドクターム(参考) | 50003 | AA07 | BA04 | CA02 | CA04 | CA12 | CA14 | CC02 | DA06 | DA16 | EA06 |
|           |       | GB03 | GB06 | GC05 |      |      |      |      |      |      |      |
| 5H030     | AA01  | AA02 | AS08 | BB12 | BB21 | FF41 |      |      |      |      |      |
| 5H115     | PA08  | PC06 | PG04 | PI15 | PI16 | PI24 | P002 | P006 | P009 | P017 |      |
|           | PU08  | PU11 | PV10 | PV23 | SE06 | TI01 | TI05 | TI06 |      |      |      |

Patents

Q

Sign in

## Driver for electric automobile

## Abstract

PURPOSE: To miniaturize and lighten a DC/DC converter for charging an auxiliary battery.  
 (CONSTITUTION) Contactors 40-1, 40-2 are disposed between a main battery 10 and POCs 12-1, 12-2 and the contactor 40-1 or 40-2, corresponding to a non-driving motor, is switched when any one of motors 14, 16 is not driven thus charging the main battery 10 with power regenerated from the non-driving motor. Alternatively, contactors are disposed between the POCs 12-1, 12-2 and the motors 14, 16 and the POC, corresponding to non-driving motor, performs DC/DC conversion to charge an auxiliary battery 24. According to the constitution, miniaturizing and reduction of capacity can be achieved for DC/DC converter.

## Classifications

H02J 1/00 Batteries

JPH05176411A

JP Application

Pub. Prior. No. Bridge

Other languages: Japanese

Inventor: Hiroshi Tsuchi, JP (2000)

Original Assignee: Toyota Motor Corp., JP (2000)

Priority date: 1994-12-20

Family: JP (1)

| Date       | App/Pat. Number | Status      |
|------------|-----------------|-------------|
| 1991-12-20 | JP33328091A     | Pending     |
| 1993-07-13 | JPH05176411A    | Application |

Info: Cited by (1), Similar documents, Priority and Related Applications

External links: 2 references, Global Databases, Databases

## Description

Translated from Japanese

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0001]

The present invention relates to relates to an electric vehicle mounting a plurality of motors as a drive source, in particular to an improvement of the driving device.

[0002]

Hitherto, electric vehicles have been known for a motor as a driving source, using an AC motor as the motor.

If the output of the battery is to be used to drive the motor, it is necessary to convert the DC voltage outputted from the battery into AC suitable for driving the motor. Therefore, conventionally, an inverter is used. Inverter is a circuit incorporating a plurality of switching elements and converts a DC voltage by turning on / off the switching element, for example, in a three-phase alternating current.

[0003] In the arrangement, the PWM control of the inverter, it is possible to drive the motor so that the required output torque is obtained (power running mode), and may be carried out regenerative braking of the motor (regenerative mode). In the electric vehicle equipped with the AC motor system, by using this has been proposed to perform charging of the battery.

In [0004] Figure 7 is an example of an arrangement using an inverter in the power running and regenerative modes are shown.

Conventional example shown in this figure, the main battery 1

0, POC 12, and a motor 14 and 16. Case of power running of the motor 14 and 16, a DC voltage of the main battery 10 is converted into three-phase alternating current by an inverter incorporated in the POC 12, directly in the primary winding of the motor 14, the primary winding of the motor 16 contactor 18 through, the three-phase alternating current is supplied. Motor 14 and 16 are three-phase AC motor, the rotary shaft 20 is mechanically connected. Therefore, the mechanical output of the motor 14 and 16 is transmitted to the drive shaft 22, a transmission or the like, not shown, the electric vehicle is driven.

[0005] Control of the inverter incorporated in POC 12 is performed by the control unit (ECU) 22 and the element driving circuit 24. Control unit 22, a signal representing the amount of depression of the accelerator pedal by the operator inputs the signal or the like representing the amount of depression of the brake pedal, the motor 1 on the basis of the entered information.

4 and 16 calculates the torque required. Furthermore, to generate a PWM signal based on the determined torque (torque command) to the device driving circuit 24.

Element drive circuit 24

Controls the respective on / off the switching element forming the inverter built in the POC 12, the vector control of the output current of POC 12, that is, a contributing excitation current to excitation of the motor 14 and 16, divided into two components and contributes torque current to the torque generated, and controls the three-phase alternating current. Further, the control unit 22, depending on the required output torque, causing the motor 14 and 16 simultaneously or selectively actuated. Switching element disconnect the motor 16 from POC 12 switching contacts of the contactor 18 on the lower side of the figure in the case where the most the required output only by the motor 14, it not meet to be used both motor 14 and 16 on the upper side of FIG, supplying a current from POC 12, to both motors 14 and 16. Thus, by powering the motor 14 and 16,

Or it can be regenerated.

[0006] In addition, the operation of the regenerative mode of POC 12, in addition to the regenerative braking of the above, the main battery 1 by the commercial power it is also performed at the time of charging of it. For this charge, the conventional example of FIG. 7 is provided with a connectable connector 26 to the commercial power source 26.

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(13) 特許出願公開番号

特開平5-176411

(43) 公開日 平成5年(1993)7月13日

| (51) Int. Cl. <sup>4</sup> | 識別記号 | 序内整理番号    | F 1 | 技術表示箇所 |
|----------------------------|------|-----------|-----|--------|
| B 6 0 L 11/18              |      | D 6821-5H |     |        |
| 7/14                       |      | 6821-5H   |     |        |
| 9/18                       |      | P 8835-5H |     |        |
| H 0 2 J 7/00               |      | H 8060-5G |     |        |

審査請求 未請求 請求項の枚数(全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平3-338280

(22) 出願日 平成3年(1991)12月20日

(71) 出願人 000603207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 辻井 啓

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

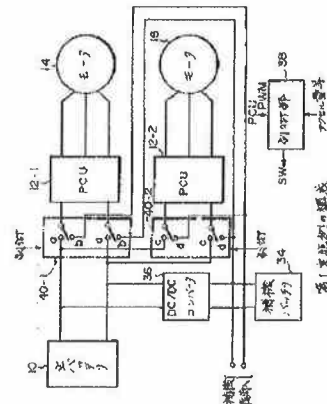
(74) 代理人 弁護士 吉田 研二 (外2名)

(54) 発明の名称 電気自動車用駆動装置

(57) (要約)

【目的】 満充電バッテリを充電するためのDC/DCコンバータを小型軽量化する。

【構成】 主バッテリ10とPCU12-1及び12-2との間にコンタクト40-1及び40-2を設け、モータ14及び16のうちいずれかが駆動されていない場合に当該駆動されていないモータに対応するコンタクト40-1または40-2を切り換え、駆動されていないモータの回生電力をもって主バッテリ34を充電する。または、PCU12-1及び12-2とモータ14及び16との間にコンタクトを設け、駆動されていないモータに対応するPCUをDC/DC変換動作させてこれにより満充電バッテリを充電する。DC/DCコンバータ36が小型軽量化され、小型軽量化される。



Previous Page | Next Page

Previous Document 1/1 Next Document

Is return to the top of this.

Home en Home Patent Search Copyright

- (2) 将前半部176411
- 1
- 【特許請求の範囲】  
 【請求項1】 車両の駆動源として特許された複数の交流モータを搭載する電気自動車において、各モータに対して設けられ直流電圧を交流電圧に変換し対応するモータに供給する複数のインバータと、主バッテリー電圧を異なる値の補償電圧に変換して補償バッテリーに出力するDC/DCコンバータと、インバータの入力端子を主バッテリー及び補償バッテリーに切替接続するよう各インバータに前記された複数のスイッチと、複数のモータを選択的に駆動又は回生させるよう各インバータを制御する手段と、駆動させるモータに対応するインバータの入力端子は主バッテリーに接続させ、回生させるモータに対応するインバータの入力端子は補償バッテリーに接続させるよう、各スイッチを制御する手段とを備えることを特徴とする電気自動車用駆動装置。  
 【請求項2】 車両の駆動源として複数の交流モータを搭載する電気自動車において、各モータに対して設けられ直流電圧を交流電圧に変換し対応するモータに供給する複数のインバータと、主バッテリー電圧を異なる値の補償電圧に変換して補償バッテリーに出力するDC/DCコンバータと、インバータの出力端子をモータ及び補償バッテリーに切替接続するよう各インバータの出力端子側に設けられた複数のスイッチと、複数のモータを選択的に駆動させるよう各インバータを制御する手段と、駆動させないモータに対応するインバータをDC/DC変換動作させ補償電圧を発生させる手段と、駆動させるモータに対応するインバータの出力端子はモータに接続させ、補償電圧を発生させるインバータの出力端子は補償バッテリーに接続させるよう各スイッチを制御する手段とを備えることを特徴とする電気自動車用駆動装置。  
 【発明の詳細な説明】  
 【0001】  
 【産業上の利用分野】 本発明は、複数のモータを駆動源として搭載する電気自動車に関し、特にその駆動装置の改良に関する。  
 【0002】  
 【従来の技術】 従来から、モータを駆動源とする電気自動車が開発されている。モータとして交流モータを用い、バッテリーの出力によりこのモータを駆動しようとする場合、バッテリーから出力される直流電圧をモータの駆動に適した交流に変換する必要がある。このため、従来から、インバータが用いられている。インバータは、複数のスイッチング素子を内蔵する回路であり、このスイッチング素子のオン/オフによって直流電圧を例えば三相交流に変換する。  
 【0003】 このような構成においては、インバータのPWM制御により、必要な出力トルクが得られるようモータを駆動することができ（力行セート）、またモータの回生制御を行うことができる（回生モード）。交流モータシステムを搭載する電気自動車では、これを利用してバッテリーの充電等を行うものも提案されている。  
 【0004】 図7には、インバータを力行及び回生モードで用いる構成の一例が示されている。  
 【0005】 この図に示される従来例は、主バッテリー10、PCU12、モータ14及び16を備えている。モータ14及び16を力行させる場合、主バッテリー10の直流電圧はPCU12に内蔵されるインバータにより三相交流に変換され、モータ14の一次巻線には直接、モータ16の一次巻線にはコンタクト18を介して、この三相交流電圧が供給される。モータ14及び16は三相交流モータであり、その回転軸20は機械的に連結されている。従って、モータ14及び16の機械出力は回転軸20より、図示しないトランスミッション等を介して駆動輪に伝達され、電気自動車が駆動される。  
 【0006】 PCU12に内蔵されるインバータの制御は、制御部（ECU）22及び素子駆動回路24により行われる。制御部22は、図3に示されるアクセルペダルの踏み込み量を表す信号、ブレーキペダルの踏み込み量を表す信号を入力し、入力した情報に基づきモータ14及び16に要求するトルクを演算する。さらに、求めたトルク（トルク指令）に基づきPWM信号を発生させ、素子駆動回路24に出力する。素子駆動回路24は、PCU12に内蔵されるインバータを構成するスイッチング素子をそれぞれオン/オフさせ、PCU12の出力電圧をベクトル制御する。すなわち、モータ14及び16の両方に与える励磁電流と、トルク発生に寄与するトルク電流と、の2成分に分け、三相交流電圧を制御する。さらに、制御部22は、必要な出力トルクに応じ、モータ14及び16を同時に又は選択的に駆動させる。例えばモータ14のみで要求出力を満たせる場合にはコンタクト18の接点を図の下側に切り換えてモータ16をPCU12から切り離し、モータ14及び16を共に用いなければ満たせない場合には図の上側に切り換えて両モータ14及び16にPCU12からの電圧を供給する。これにより、モータ14及び16を力行させ、あるいは回生することができる。  
 【0007】 また、PCU12の回生モードでの動作は、上述の回生制御の他、商用電力による主バッテリー10の充電の機能も実行される。この充電のため、図7の従来例は商用電源26に接続可能なコネクタ28を備えている。  
 【0008】 商用電力により主バッテリー10を充電する際には、極端な場合は、スイッチ30を操作して充電開始を制御部22に指令する。このとき又はこの後にコネクタ28が商用電源26に接続されると、制御部22は、
- 2

Previous Page | Next Page

Previous Document 1/1 Next Document

To return to the top of this:

Home | About | Privacy Policy | Contact Us

3  
これを指示しない電圧センサにより検出し、コンタクト  
18を制御して図の下側の接点に切り換える。すると、  
商用電源28からモータ18に三相交流電圧が供給され  
る。モータ18はこの電圧力行し、モータ14の回転軸  
20を回転させ、モータ14は発電機として動作する。  
モータ14の発電出力はPDU12に入力され、PDU  
12は制御部22により回生モードで動作する。この結  
果、主バッテリー10が充電されることとなる。制御部2  
2は、スイッチ32が操作されるまで、主バッテリー10  
の充電電圧V<sub>1</sub>及び電流I<sub>1</sub>を検出しつつ、充電動作を  
継続する。

【0009】  
【発明が解決しようとする課題】このようにモータを2  
個搭載する電気自動車は、要求出力に応じモータを選択  
的に駆動すれば良く、又商用電源を用いて一方を駆動し  
他方を発電機として主バッテリーを充電できるという利点  
があるが、しかし、複数のモータを搭載するため重量重  
要が増大する。

【0010】一方で、電気自動車には、各種の補償負荷  
が搭載される。この補償負荷、例えば制御部、ランプ等  
は主バッテリー電圧より低い電圧（補償電圧）を電源電圧  
とする。従って、電気自動車においては補償電圧を発生  
させる手段が必要である。

【0011】補償電圧は、例えば、主バッテリー電圧をD  
C／DC変換することにより得られる。補償電圧の供給  
に当たっては、通常、補償バッテリーが用いられるが、こ  
の補償バッテリーは小容量のバッテリーであり、補償負荷に  
安定的に電源供給するためにはこの補償バッテリーを随時  
主バッテリー電圧のDC／DC変換器で充電する必要がある。  
このDC／DC変換のために用いるDC／DCコンバータは、トランス等を含む重量部品であり、上述  
のように重量化しやすい複数モータを有する電気自動車で  
は特にその小型軽量化が要求される。

【0012】本発明は、このような問題を解決するこ  
とを課題としてなされたものであり、複数のモータを搭  
載する電気自動車において、DC／DCコンバータを小  
型軽量化可能とすることを目的とする。

【0013】  
【課題を解決するための手段】このような目的を達成す  
るために、本発明の請求項1は、インバータを各モータ  
に対応して複数設け、さらに、インバータの入力端子を  
主バッテリー及び補償バッテリーに切換接続するよう各イン  
バータに備置された複数のスイッチと、複数のモータを  
選択的に駆動又は回生させるよう各インバータを制御す  
る手段と、駆動させるモータに対応するインバータの入  
力端子は主バッテリーに接続させ、回生させるモータに対  
応するインバータの入力端子は補償バッテリーに接続させ  
るよう、各スイッチを制御する手段と、を備えることを  
特徴とする。

【0014】また、請求項2は、請求項1と同様インバ  
ータを複数設けると共に、インバータの出力端子をモータ  
及び補償バッテリーに切換接続するよう各インバータの  
出力端子側に設けられた複数のスイッチと、複数のモータ  
を選択的に駆動させるよう各インバータを制御する手  
段と、駆動させないモータに対応するインバータをDC  
／DC変換動作させ補償電圧を発生させる手段と、駆動  
させるモータに対応するインバータの出力端子はモータ  
に接続させ、補償電圧を発生させるインバータの出力端  
子は補償バッテリーに接続させるよう各スイッチを制御す  
る手段と、を備えることを特徴とする。

【0015】  
【作用】本発明の請求項1においては、インバータが各  
モータに対応して設けられ、各インバータの制御により  
複数のモータが選択的に駆動される。駆動するモータに  
対応するスイッチは、対応するインバータの入力端子を  
主バッテリーに接続するよう制御され、当該インバ  
ータは、主バッテリーの電圧により当該モータを駆動させる。  
また、各モータは軸連動されており、あるモータが駆動  
されている状態では他のモータの軸も回転している。従  
って、当該他のモータは発電機として機能する。本請求  
項においては、当該他のモータに対応するインバータの  
入力端子が補償バッテリーに接続され、当該他のモータの  
発電により得られた電力により補償バッテリーが充電され  
る。従って、補償バッテリーの充電（及び補償負荷への電  
力供給）のためのDC／DCコンバータの小型軽量化が  
可能になる。

【0016】また、本発明の請求項2においても、各イン  
バータの制御により複数のモータが選択的に駆動される。  
駆動するモータに対応するスイッチは、対応するイン  
バータの出力端子をモータに接続させるよう制御され、  
これにより当該モータを駆動させる。一方、駆動さ  
せないモータに対応するインバータはDC／DC変換動  
作するよう制御され、これにより補償電圧が発生する。  
従って、スイッチ制御により、補償電圧を発生させるイン  
バータの出力端子を補償バッテリーに接続させ補償バ  
ッテリーを充電することが可能になる。この結果、請求項1  
と同様、DC／DCコンバータの小型軽量化が可能になる。  
【0017】  
【実施例】以下、本発明の好適な実施例について図面に  
基づき説明する。なお、図7に示される従来例と同様の  
構成には同一の符号を付し説明を省略する。

【0018】図1には、本発明の第1実施例に係る電気  
自動車用駆動装置の構成が示されている。この図に示さ  
れるように、本実施例の装置は主バッテリー10の直流補  
償バッテリー24を備えている。補償バッテリー34は、各種  
制御回路、ランプその他の車載の補償負荷に電源電圧  
（補償電圧）を供給するバッテリーである。また、補償バ  
ッテリー34の充電及び補償負荷への電力供給のため、主  
バッテリー10の電圧を補償電圧に変換するDC／DCコ

Previous Page | Next Page

Previous Document 1/1 Next Document

[To return to the top of this:](#)[Home](#) [Search](#) [Help](#) [Contact Us](#)

ンバク36が設けられている。

【0015】この実施例で車両の駆動源とされるのは、モータ14及び16である。モータ14は例えばロード（road load）程度のトルク $T=1\sim2\text{kgf}\cdot\text{m}$ を出力する比較的小型のモータであり、モータ16は、例えば $T=10\text{kgf}\cdot\text{m}$ となるようなトルク $T$ を出力する比較的大型のモータである。図示しないが、本実施例では図7の従来例と同様モータ14及び16の回転軸は機械的に連結されており、一方が駆動されている状態では他方は電流供給の有無にかかわらず回転する。

【0020】また、本実施例では、各モータ14及び16に対応してP-CU12-1及び12-2が設けられている。すなわち、モータ14及び16それぞれについて個別にベクトル制御を行うことが可能とされている。この制御は、制御部38により、アクセル変位の検出値からの情報に基づきPWM制御として行われる。

【0021】本実施例における最大の特徴は、主バッテリー10とP-CU12-1及び12-2の間にそれぞれコンタクタ40-1及び40-2を設け、必要に応じてモータ14又は16の再生電力により補償バッテリー34を充電可能とした点にある。

【0022】図2には、この実施例における制御部38の動作の流れが示されている。制御部38は、所定の初期値設定処理（100）を実行した後、本実施例の特徴に基く動作に移る。制御部38は、アクセル変位に基づき決定されるトルク指令値 $T^*$ をモータ14及び16の基準トルク $T_1$ 及び $T_2$ と比較する（102、104）。この実施例では、 $T_1>T_2$ に設定されており、まず $T_1$ に係る判定が先に実行される。判定102の結果、トルク指令値 $T^*$ がモータ14の基準トルク $T_1$ より大であると判定された場合、モータ14及び16を共に用いなければ要求されるトルク。すなわちトルク指令値 $T^*$ を出力できないとみなせるため、制御部38は、コンタクタ40-1及び40-2に対し、制御信号を送り、コンタクタ40-1の接点を図1のa側に、コンタクタ40-2の接点を図1のd側に、それぞれ切り換える（106）。すると、P-CU12-1及び12-2の入力端子には、いずれも主バッテリー10が接続されることとなり、主バッテリー10の電圧がP-CU12-1及び12-2に入力される。この時、制御部38は、モータ14及び16を共に力行させるべく（108、110）、P-CU12-1及び12-2のベクトル制御を行う（112）。その後、ステップ102に戻る。

【0023】ステップ102及び104において、 $T_1\leq T^*<T_2$ と判定された場合、モータ14のみによってトルク指令値 $T^*$ に相当するトルクを出力することができるため、モータ14のみを力行させる動作に移行する。すなわち、制御部38は、コンタクタ40-1の接点を図1のa側に、コンタクタ40-2の接点をd側に、それぞれ切り換える（114）。また、モータ14を力行させモータ16を再生させるべく（116、118）、ベクトル制御を行う（112）。この場合、コンタクタ40-1がa側に投入されているため主バッテリー10の電圧がP-CU12-1に供給されモータ14は力行する。また、コンタクタ40-2がd側に投入されるため主バッテリー10とP-CU12-2の接続が切り離され、P-CU12-2の入力端子が補償バッテリー34及び図示しない補償負荷に接続される。前述したように、モータ14及び16は軸連結されており、モータ14が力行することによりモータ16が再生を行うことが可能である。従って、制御部38によるP-CU12-2のベクトル制御により、P-CU12-2の入力端子から再生電力を得ることができ、これにより、補償バッテリー34の充電及び補償負荷の駆動が可能となる。

【0024】また、ステップ102及び104において、 $T_2\leq T^*$ と判定された場合、モータ16のみによってトルク指令値 $T^*$ に相当するトルクを発生させることが可能である。このため、制御部38は、コンタクタ40-1を図1のb側に、コンタクタ40-2をd側に、それぞれ切り換える。すると、主バッテリー10とP-CU12-1との接続は切り離され、主バッテリー10の電圧はP-CU12-2に供給されることとなる。制御部38は、この状態で、モータ14を再生させモータ16を力行させるべく（122、124）、P-CU12-1及び12-2のベクトル制御を行う（112）。この状態では、ステップ114～118の場合とは逆に、モータ14により再生電力が得られ、補償バッテリー34の充電、補償負荷の駆動が行われる。

【0025】このように、本実施例によれば、トルク指令値 $T^*$ に応じてモータ14及び16が共にあるいはその一方が駆動され、効率良い運転が確保される。図3に示されるように、比較的大きなモータ14は図2で示されるような効率マップを有し、比較的小きなモータ16は図2で示されるような効率マップを有している。この図に示されるように、モータ16は比較的大きな領域で、モータ14はトルク小の領域で良好な効率を得ることができる。従って、本実施例の装置により、効率良いモータの運転を確保することができる。

【0026】また、モータ14及び16のうちいずれかが力行し、いずれかが再生状態である場合に、再生電力により補償バッテリー34の充電、補償負荷の駆動を行うことができる。従って、DC/DCコンバータ36の容量が小さくて済み、小型軽量化することができる。また、このような充電動作は、車両の停車時、駆動時のいずれも行うことができる。

【0027】図4には、本発明の第2実施例に係る電気自動車用駆動装置の構成が示されている。この図に示される装置は、第1実施例におけるコンタクタ40-1及び40-2に代え、コンタクタ42-1及び42-2を

[Previous Page](#) | [Next Page](#)

[Previous Document](#) | 1/1 [Next Document](#)

[Go back to the top of this page](#)

[Home](#) | [About](#) | [Privacy Policy](#) | [Contact Us](#)

7  
PCU12-1とモータ14の間、PCU12-2とモータ16の間それぞれ設けられた構成である。このコンタクタ42-1及び42-2は、制御部44によって制御される。

【0028】図5には、本実施例における制御部44の動作が示されている。この図に示されるように、制御部44は、所定の初期値設定処理(200)を実行した後、トルク指令値T'に所定判定(202、204)に移る。この実施例では、モータ14の目標トルクT1>モータ16の目標トルクT2と設定されており、ステップ202ではT'>T1であるか否か、ステップ204ではT'>T2であるか否か、がそれぞれ判定される。

【0029】アクセル登等から制御部44によって決定されるトルク指令値T'がモータ14の基準トルクT1より大である場合、モータ14及び16を共に力行状態としなければトルク指令値T'に相当するトルクを得ることができないため、制御部44によりコンタクタ42-1及び42-2の設定が図4のa及びb側に切り換えられる(206)。これにより、PCU12-1及び12-2の出力がモータ14及び16にそれぞれ供給されることとなり、モータ14及び16を力行させるべく(208、210)、制御部44はPCU12-1及び12-2のベクトル制御を行う(212)。このうち、ステップ202に戻る。

【0030】ステップ202及び204において、T1≧T'>T2と判定された場合、モータ14のみでトルク指令値T'に相当する出力トルクを得ることができるとみなせるため、制御部44は、コンタクタ42-1の接点を図のa側に、コンタクタ42-2の接点をb側に、それぞれ切り換える(214)。これにより、PCU12-1の出力は、モータ16の一次巻線に接続され、モータ14の力行が可能となる状態となる。これに対し、PCU12-2の出力はモータ16の一次巻線から切り離され、補機バッテリー34及び図示しない補機巻線に接続されることとなる。制御部44は、このとき、モータ14を力行させるべく(216)、PCU12-1に対し、トルク指令値T'がモータ14により出力トルクとして得られるようにベクトル制御を行う(218)。さらに、制御部44は、PCU12-2をDC/DC変換動作させるべく(220)、PCU12-2にチャージ指令を与える(222)。その後、ステップ202に戻る。

【0031】ここで、PCU12-2のDC/DC変換動作について説明する。図6には、その動作の流れが示されている。この図に示されるように、PCU12-1及び12-2は、それぞれ、互相間に2個のスイッチング素子a及びbをチャージ制御によりオン/オフさせ、他のスイッチング素子c、d、eは常時オフとする。これにより、PCU12-1または12-2におけるDC/DC変換動作が実現される。

【0032】また、ステップ202及び204において、T'≦T2と判定された場合、モータ16のみでトルク指令値T'に相当する出力トルクを得ることができるとみなせるため、制御部44は、コンタクタ42-1の接点をf側に、コンタクタ42-2の接点をg側に、それぞれ切り換える(224)。この状態では、ステップ214の場合とは逆に、モータ16のみが力行可能な状態となり、モータ14は対応するPCU12-1の出力は補機バッテリー34及び補機巻線に供給可能な状態となる。従って、制御部44は、モータ16を力行させるべく(226)、PCU12-2に対しトルク指令値T'によるベクトル制御を実行する(228)。これと共に、制御部44は、PCU12-1によりDC/DC変換動作を実行させるべく(230)、PCU12-1に対しチャージ指令を与える(232)。その後、ステップ202に戻る。

【0033】従って、本実施例によれば、先に説明した例1実施例と同様に、モータ14及び16を協同的に動作させることが可能となり、効率的な駆動を実現できる。また、モータ14及び16のうち駆動されていないモータに対応するPCU12-1または12-2をDC/DC変換動作させることにより、DC/DCコンバータ36を小容量化することができ、小型軽量化することができる。

【0034】なお、以上の第2実施例の説明では、モータ14及び16が軸連結されているが、これは軸連結されていなくても良い。すなわち、複数のモータを搭載し、各モータに対応してPCUを設け、かつ各PCUをDC/DC変換動作させることが可能であれば構わない。

【0035】【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1によれば、複数のモータのうち現在駆動されていないモータの回生電力で補機バッテリーを充電することができるため、補機バッテリーの充電のためのDC/DCコンバータを小容量化することができ、小型軽量化することができる。

【0036】また、本発明の請求項2によれば、複数のモータのうち駆動されていないモータに対応するインバータをDC/DC変換動作させることにより、同時にDC/DCコンバータを小容量化させることができ、小型軽量化させることができる。

【図面の簡単な説明】  
図1は、主バッテリー10からPCU12-1または12-2の入力電圧V<sub>in</sub>を異なる実効値を有する直流電圧に変換したものである。この図の例では、スイッチング素子c及びfをチャージ制御によりオン/オフさせ、他のスイッチング素子a、b、d、eは常時オフとする。これにより、PCU12-1または12-2におけるDC/DC変換動作が実現される。

[Previous Page](#) | [Next Page](#)

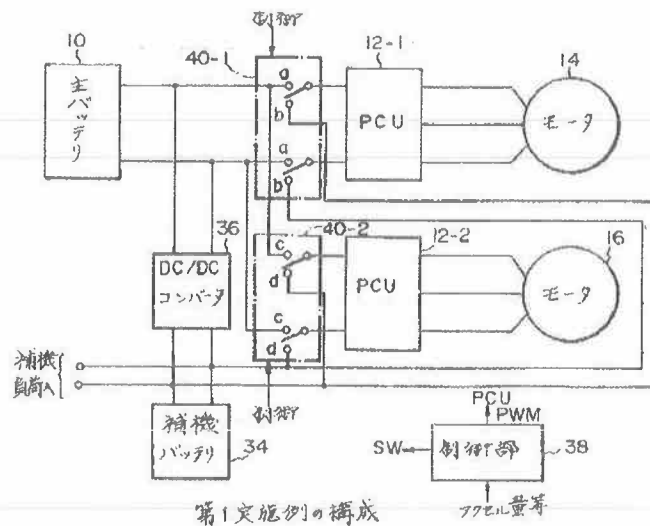
[Previous Document](#) 1/1 [Next Document](#)

[Go back to the top of this page](#)

[Home](#) [About](#) [Contact](#) [Privacy Policy](#) [Terms of Use](#)

- (6) 特開平5-176411
- 9 10
- 【図1】本発明の第1実施例に係る電気自動車用駆動装置の構成を示すブロック図である。
- 【図2】この実施例における制御部の動作の流れを示すフローチャートである。
- 【図3】各モータの効率を対比して示す図である。
- 【図4】本発明の第2実施例に係る電気自動車用駆動装置の構成を示すブロック図である。
- 【図5】この実施例における制御部の動作の流れを示すフローチャートである。
- 【図6】この実施例におけるPCUによるDC/DC変換動作を示す図である。
- ＊【図7】一従来例に係る電気自動車用駆動装置の構成を示すブロック図である。
- 【符号の説明】
- 10 主バッテリー
- 12-1, 12-2 PCU
- 14, 16 モータ
- 34 補助バッテリー
- 36 DC/DCコンバータ
- 38, 44 制御部
- 40-1, 40-2, 42-1, 42-2 コンタクト

【図1】



Previous Page | Next Page

Previous Document 1/1 Next Document

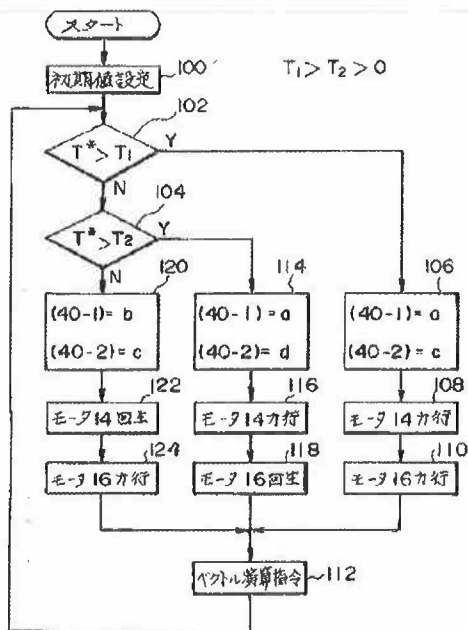
To return to the top of this:

Home en/EN Home en/EN Home en/EN

(7)

特開平5-176411

〔図2〕



第1の実施例の動作

[Previous Page](#) | [Next Page](#)

[Previous Document](#) 1/1 [Next Document](#)

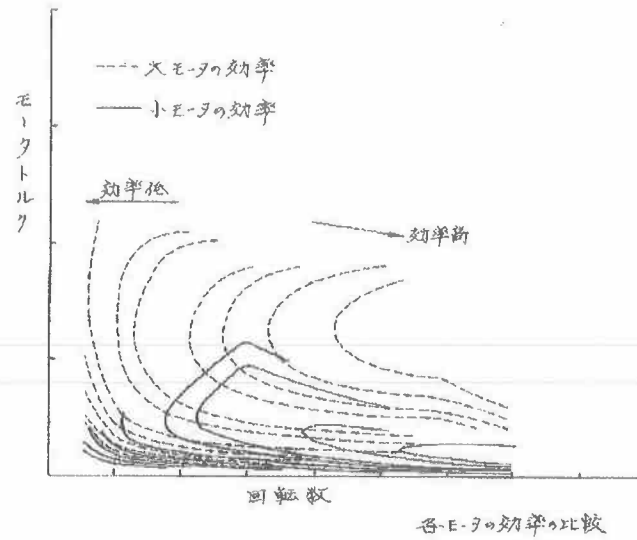
[Go back to the top of this page](#)

[Home](#) [About](#) [Privacy Policy](#) [Contact Us](#)

(8)

特開平5-176411

[図3]



[Previous Page](#) | [Next Page](#)

[Previous Document](#) 1/1 [Next Document](#)

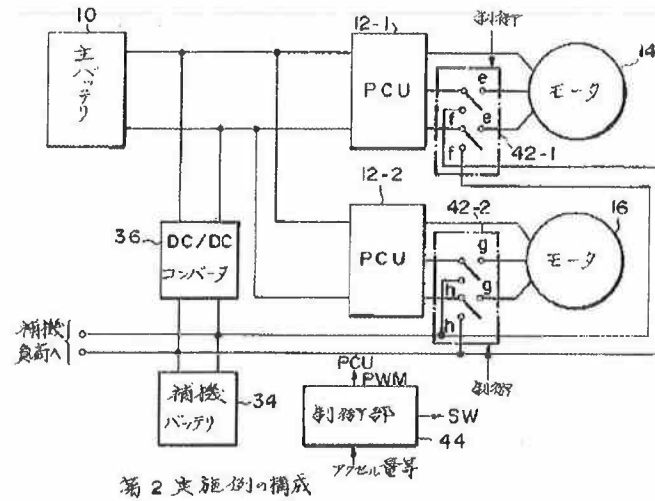
[To return to the top of this page](#)

[Home](#) [Search](#) [Advanced Search](#) [Help](#)

(9)

将期半5-176411

【圖4】



[Previous Page](#) | [Next Page](#)

Previous Document 1/1 Next Document

[To return to the top of this:](#)

None on leave    Three on sick    Sixteen on vacation

(10)

特開平5-176411

【図5】

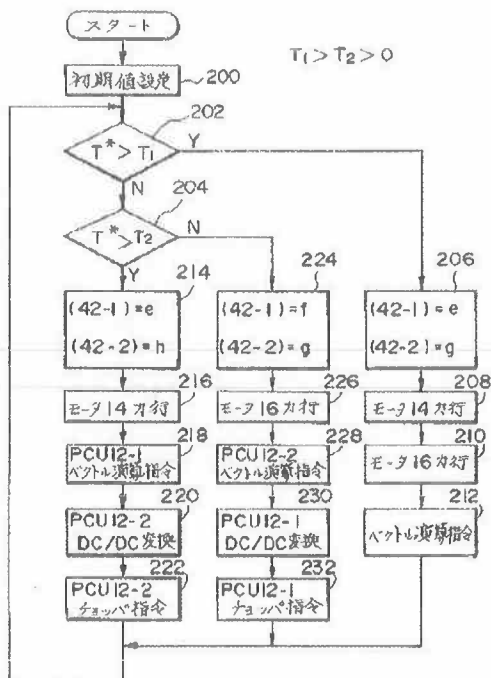


図2の実施例の動作

[Previous Page](#) | [Next Page](#)

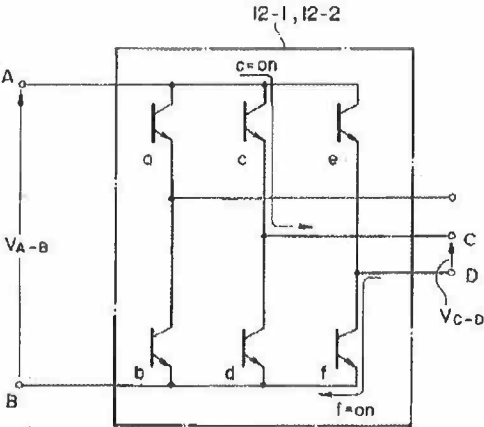
[Previous Document](#) | [1/1](#) | [Next Document](#)

[To return to the top of this page](#)

[Home](#) | [Search](#) | [Help](#) | [Contact Us](#)

(11) 特開平5-176411

[図6]



PCUによるDC/DC変換

Previous Page | Next Page

Previous Document 1/1 Next Document

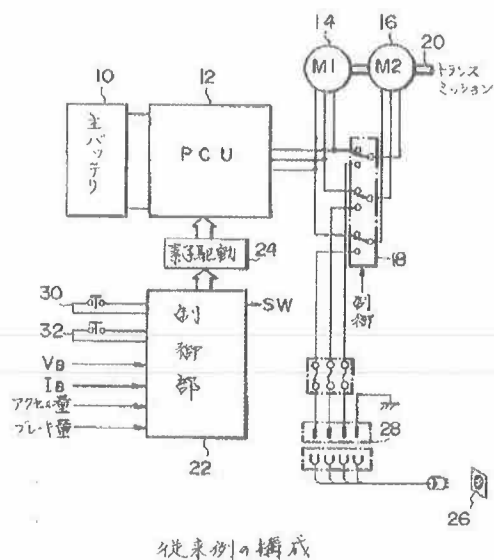
[Go back to the top of this page](#)

[Home](#) [Search](#) [Advanced Search](#) [Help](#)

(12)

特開平5-176411

[ 27 ]



[Previous Page](#) | [Next Page](#)

Previous Document 1/1 Next Document

[To return to the top of this:](#)

Downloaded from ascelibrary.org by University of California, San Diego on 06/01/15. Copyright ASCE, For All Rights Reserved, No part of this document may be reproduced without written permission from ASCE.

[illegible]

三、教学准备

14-00000-52107

**Abstract**

(4) 公費日 29 日 10 月 20 日 8.10

| (SL) Int. CL. |           | PI         |     | チーフロード (参考) |
|---------------|-----------|------------|-----|-------------|
| B60K 8/40     | (2007.10) | B60K 8/40  | ZHV | 5H115       |
| B60K 8/48     | (2007.10) | B60K 8/48  |     |             |
| B60K 8/547    | (2007.10) | B60K 8/547 |     |             |
| B60K 8/28     | (2007.10) | B60K 8/28  |     |             |
| B60K 8/38     | (2007.10) | B60K 8/38  |     |             |

鋼製鋼材 未鋼材 予備鋼製鋼材 未鋼材 (全14冊) 鋼材図に格

（金）

|               |                              |          |                     |
|---------------|------------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号     | 特開2008-549500 (P2008-549500) | (71) 出願人 | 350641542           |
| (26) (22) 出願日 | 平成18年12月20日 (2006.12.20)     |          | ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  |
| (25) 国際公開番号   | 平成20年7月7日 (2008.7.7)         |          | GENERAL ELECTRIC CO |
| (26) 国際公開番号   | PCT/US2006/049066            |          | MPANY               |
| (27) 国際公開番号   | W02007/081545                |          | アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ |
| (27) 国際公開日    | 平成19年7月18日 (2007.7.18)       |          | クタディ、リバーロード、1番      |
| (31) 優先権主張番号  | 11/328,051                   | (74) 代理人 | 10003508            |
| (32) 優先日      | 平成18年1月9日 (2006.1.9)         |          | 弁理士 松本 隆一           |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                      | (74) 代理人 | 100196588           |
|               |                              |          | 弁理士 小倉 博            |
|               |                              | (74) 代理人 | 100129779           |
|               |                              |          | 弁理士 黒川 俊久           |
|               |                              | (74) 代理人 | 100137545           |
|               |                              |          | 弁理士 黒川 俊久           |

2000

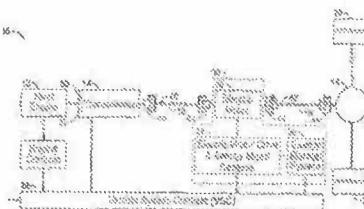
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド型顕微鏡及びその制御方法

(57) [585]

【課題】ヒートエンジンと、入力部および出力部を含む変速機と、電気装置とを含むパラレルハイブリッド車両を提供する。

【解決手段】 ヒートエンジンによって生成されたトルクの実質的に全てが変速機を通して電気装置に付与されるように、変速機の入力側はエンジンに連結され、変速機の出力側は電気装置に連結される。また、駆動装置があり、動作の第1のモードの間、電気装置がエンジンによって生成されたトルクの実質的に全てを変速機を通して受けるモータとして機能するように、動作の第2のモードの間、電気装置が車両によって生成されたトルクの実質的に全てを駆動装置を通して受ける発電機として機能するように、電気装置は駆動装置に連結される。

1998



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

ヒートエンジンと、

入力部および出力部を含む変速機と、

電気装置とを備える車両であって、前記ヒートエンジンによって生成されたトルクの実質的に全てが前記変速機を通して前記電気装置に付与されるように、前記変速機の入力部が前記エンジンに連結され、前記変速機の出力部が前記電気装置に連結されており、

前記車両はさらに差動装置を備えており、動作の第1のモードの間、前記電気装置が前記エンジンによって生成されたトルクの実質的に全てを前記変速機を通して受けるモータとして機能し、動作の第2のモードの間、前記電気装置が前記差動装置によって生成されたトルクの実質的に全てを受ける発電機として機能するように、前記電気装置が前記差動装置に連結された、  
車両。 10

## 【請求項2】

前記エンジンが、内燃ガソリンエンジン、内燃ディーゼルエンジン、外燃エンジンおよびガスタービンエンジンの少なくとも1つを備える、請求項1記載の車両。

## 【請求項3】

前記変速機が自動変速機または手動変速機を備える、請求項1記載の車両。

## 【請求項4】

前記変速機が、前記エンジンと自動変速機との間に連結されたトルクコンバータを含む自動変速機を備える、請求項1記載の車両。 20

## 【請求項5】

前記変速機が、1つまたは複数の固有のギヤ比を有する自動変速機を備える、請求項4記載の車両。

## 【請求項6】

前記変速機が、約0.5〜1と約5.0〜1との間を変動する連続可変ギヤ比を有する自動変速機を備える、請求項4記載の車両。

## 【請求項7】

前記変速機が、前記エンジンと手動変速機との間に連結されたクラッチを含む前記手動変速機を備える、請求項1記載の車両。 30

## 【請求項8】

前記変速機と前記電気装置との間に連結されたドライブシャフトをさらに備える、請求項1記載の車両。

## 【請求項9】

前記電気装置が前記変速機に直接連結された、請求項1記載の車両。

## 【請求項10】

前記電気装置と前記差動装置との間に連結されたドライブシャフトをさらに備える、請求項1記載の車両。

## 【請求項11】

前記電気装置が前記差動装置に直接連結された、請求項1記載の車両。 40

## 【請求項12】

前記差動装置に連結された少なくとも2つの車輪をさらに備える、請求項1記載の車両。

## 【請求項13】

前記変速機と前記電気装置との間に連結された第1のドライブシャフトと、前記電気装置と前記差動装置との間に連結された第2のドライブシャフトをさらに備える、請求項1記載の車両。

## 【請求項14】

前記電気装置に連結された制御システムをさらに備え、前記制御システムは、エネルギー貯蔵システムと、

前記電気装置および前記エネルギー貯蔵システムに連結され、ヒートエンジン車両動作 50

モード、ハイブリッド車両動作モードおよび電気車両動作モードの少なくとも一つで前記車両を操作するように構成された車両システム制御部（VSC）システムとをさらに備える、請求項1記載の車両。

【請求項15】

前記第1のモードで動作しているとき、前記電気装置が前記エネルギー貯蔵システムからエネルギーを受けるように構成された、請求項1記載の車両。

【請求項16】

前記第2のモードで動作しているとき、前記電気装置が前記エネルギー貯蔵システムを少なくとも部分的にチャージするように構成された、請求項1記載の車両。

【請求項17】

前記エネルギー貯蔵システムが、少なくとも一つのバッテリーと少なくとも一つのウルトラキャパシタとを備える、請求項14記載の車両。

【請求項18】

動作の前記第1のモードのとき、前記ウルトラキャパシタから前記電気装置へエネルギーを伝達し、動作の前記第2のモードのとき、前記電気装置から前記ウルトラキャパシタへエネルギーを伝達するように構成され、前記少なくとも一つのバッテリーと前記少なくとも一つのウルトラキャパシタとの間に連結されたプレチャージおよびインタフェース用回路をさらに備える、請求項17記載の車両。

【請求項19】

ヒートエンジンと、前記エンジンに連結された変速機と、差動装置と、前記変速機と前記差動装置との間に連結された少なくとも一つのドライブシャフトとを含む車両の改良方法であって、

前記少なくとも一つのドライブシャフトを切り継ぎ工程と、

動作の前記第1のモードの間、電気装置が前記エンジンによって生成されたトルクの實質的に全てを前記変速機を通して受けるモータとして機能するように、動作の前記第2のモードの間、前記電気装置が前記差動装置によって生成されたトルクの實質的に全てを受ける発電機として機能するように、前記電気装置を前記変速機と前記差動装置との間に連結する工程とを含む、車両の改良方法。

【請求項20】

前記少なくとも一つのドライブシャフトを切り継ぎ工程は、

前記電気装置が変速機と前記差動装置との間に連結されるように、前記第1のドライブシャフトの長さよりも小さい長さを有する第2のドライブシャフトを新たに取り付ける工程をさらに含む、請求項19記載の方法。

【請求項21】

車両制御システムが前記電気装置およびエネルギー貯蔵システムに連結され、前記車両システム制御部システムが、ヒートエンジン車両動作モード、ハイブリッド車両動作モードおよび電気車両動作モードの少なくとも一つで前記車両を操作するように構成された、前記エネルギー貯蔵システムと前記車両システム制御部（VSC）とを含む制御システムを前記電気装置に連結する工程をさらに含む、請求項19記載の方法。

【請求項22】

前記エネルギー貯蔵システムが、少なくとも一つのバッテリーと少なくとも一つのウルトラキャパシタとを含み、動作の前記第1のモードで前記ウルトラキャパシタから前記電気装置へチャネルエネルギーが伝達され、動作の前記第2のモードで前記電気装置から前記ウルトラキャパシタへエネルギーが伝達されるように、プレチャージおよびインタフェース用回路を前記少なくとも一つのバッテリーと前記少なくとも一つのウルトラキャパシタとの間に連結する工程をさらに含む、請求項21記載の方法。

【請求項23】

前記電気装置が比較的高速かつ比較的低トルクで動作可能であるように、固定比のギヤアセンブリ、チェーンドライブまたはベルトドライブのうちの少なくとも一つを利用し、前記電気装置を前記第2のドライブシャフトに連結する工程をさらに備える、請求項22記

10

20

30

40

50

載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広く車両に関し、より具体的には、ハイブリッド車両およびハイブリッド車両を得るために既知の車両を改良する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図1は、重載トラックあるいはバスに使用することができるような、従来の車両用の知られたパワートレインを示す。図2は、エンジンと変速機との間に連結される既知の電気駆動システムを含む、パラレルハイブリッド車両を示す。本機構の電気駆動システムは、しばしば、一体型スターターオルタネータ（ISG）あるいはマイルドハイブリッドと称され、車両の加速開始および登坂開始の間、電気的トルクを付与するエンジンクランキングの機能を備え、Starting, Lighing, and Ignition (S L I) 用バッテリーをチャージするオルタネータとして使用することもできる。

【特許文献1】欧州特許出願公開第1577139A号

【特許文献2】米国特許出願公開第2006/000650号

【特許文献3】米国特許出願公開第2003/085577号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

知られているように、ハイブリッド車両は、燃料効率を主とする多くの利点を提供する。しかしながら、ハイブリッド車両は、燃料効率を達成するため、エンジンと共に機能する上記記載の電気駆動システムのような追加的構成要素を含む。既知のハイブリッド車両の複雑度が高いため、車両はもともと、電気駆動システムがエンジンシステムと一体的に形成されるように製造されている。具体的には、製造中、ハイブリッド車両を製造するため、少なくとも1つの既知のハイブリッド車両の電気駆動システムは、エンジンと変速機との間に連結される。

【0004】

したがって、従来の車両を、エンジンと変速機との間に連結された電気駆動システムを含めるように改良するには、莫大なコストを要し、空間は限定される場合がある。結果、従来の車両はハイブリッド車両の燃料効率を達成することができず、よって、車両の動作に係るコストダウンからも利益を受けることができない。

【課題を解決するための手段】

【0005】

1つの態様で、車両が提供される。車両は、ヒートエンジンと、入力部および出力部を含む変速機と、電気装置とを含む。ヒートエンジンによって生成されたトルクの実質的に全てが変速機を通して電気装置に付与されるように、変速機の入力部はエンジンに連結され、変速機の出力部は電気装置に連結される。また、差動装置があり、動作の第1のモードの間、電気装置がエンジンによって生成されたトルクの実質的に全てを変速機を通して受けるモータとして機能するように、電気装置は差動装置に連結され、動作の第2のモードの間、電気装置が車両によって生成されたトルクの実質的に全てを差動装置を通して受ける発電機として機能するように、変速機の出力トルクは電気モータによって生成されたトルクと合わさって差動装置に付与される。

【0006】

別の態様で、車両の改良方法が提供される。車両は、ヒートエンジンと、エンジンに連結された変速機と、差動装置と、変速機と差動装置との間に連結された少なくとも1つのドライブシャフトとを含む。該方法は、電気モータがエンジンによって生成されたトルクの実質的に全てを受けるように、および、差動装置がエンジンおよび電気モータによって生成されたトルクの実質的に全てを受けるように、少なくとも1つのドライブシャフトを

切り離す工程と、エンジンと差動装置との間に電気モータを連結する工程とを含む。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

図3は、例えば重量トラックのような、パラレルハイブリッド車両10を示す。本明細書で使用される車両は、第1の場所から第2の場所へオペレータを移動するために利用可能な広範な種類の任意の装置を意味し、例えば、トラック、バス、自動車およびオフロード車両などを含み得る。車両10は、ヒートエンジン12と、エンジン12に連結された変速機14と、差動装置16と、変速機14および差動装置16の間に連結された少なくとも1つのドライブシャフト18とを含む。車両10は、差動装置16の両端に連結された少なくとも2つの車輪20も含む。1つの実施形態で、車両10は、差動装置が車両10の後方端部の近くに配置され、したがって車輪20の少なくとも1つを駆動するように、後輪駆動車両として構成される。車両10は、適宜、前輪駆動車両として構成される。

【0008】

例示の実施形態で、ヒートエンジン12は、内燃ガソリンエンジン、内燃ディーゼルエンジン、外燃エンジンおよびガスタービンエンジンの少なくとも1つを使用して実装することができる。

【0009】

図3に示されるように、車両10は、変速機14と差動装置16との間に連結された電気モータ/発電機32のような電気装置を少なくとも1つ含むハイブリッド駆動システム30と、モータ/発電機32に電気的に連結された電気モータ駆動エネルギー管理制御システム(Electric Motor Drive and Energy Management Controls System)(EMDEMCs)34と、EMDEMCs34に連結されたエネルギー貯蔵システム36と、EMDEMCs34およびエネルギー貯蔵システム36の両方に連結された車両システム制御部(VSC)38とを含むハイブリッド駆動システム30も含む。例示の実施形態で、エネルギー貯蔵システムは、限定はされないが、ナトリウム塩化ニッケル電池、ナトリウム硫酸電池、燃料電池、ニッケルメタルハイブリッド電池、リチウムイオン電池、リチウムポリマー電池、ニッケルカドミウム電池、および/または共に直列または並列に接続された鉛蓄電池のような複数のバッテリーを備える。

【0010】

1つの実施形態で、電気モータ/発電機32は変速機14に直接連結され、車両10は、モータ/発電機32を差動装置16に連結するための少なくとも1つのドライブシャフト18を含む。別の実施形態で、電気モータ/発電機32は差動装置16に直接連結され、車両10は、モータ/発電機32を変速機14に連結するための少なくとも1つのドライブシャフト18を含む。例示の実施形態では、図3で示されているように、車両10は、第1のドライブシャフト40と、第2のドライブシャフト42と、モータ/発電機32を変速機14と差動装置16との間に連結することを可能にするための複数のユニバーサルジョイント44とを含む。

【0011】

具体的には、第1のドライブシャフト40は、少なくとも2つのユニバーサルジョイント44を使用して、変速機14とモータ/発電機32との間に連結され、第2のドライブシャフト42は、少なくとも2つのユニバーサルジョイント44を使用して、モータ/発電機32と差動装置との間に連結される。したがって、車両が動作の第1のモードで動作しているとき、電気装置32は、エンジン12によって生成されたトルクの実質的に全てを変速機14を通して受けるモータとして機能し、動作の第2のモードの間、電気装置32が車両10によって生成されたトルクの実質的に全てを差動装置16を通して受ける発電機として機能するように、変速機の出力トルクは電気モータによって生成されたトルクと合わさって差動装置に付与される。本明細書で使用するトルクの実質的に全てという表現は、典型的システムで発生する小さな機械的損失や電氣的損失、例えば支取や摩擦などによって生じる内部損失などを示すことなしに、エンジンまたは変速機によって生成さ

れた公称トルクを意味する。

#### 【0012】

さらに、例示的实施形態は、変速機14と差動装置16との間に連結された電気装置32を含む車両を示すが、車両10が、例えば差動装置16の代替となるような半ホイール駆動を含んでよいことは理解されるべきである。よって、例示的实施形態の電気装置32は、駆動部、つまり、変速機14に連結されたエンジン12と、被駆動部、つまり、差動装置16あるいは車軸との間に連結される。電気装置32は、走行状態が選択されている間、電気装置32の一部分を駆動系統から切り離すのに使用可能なクラッチ（図示せず）を適宜含む。例えば、車両10が高速道路上を動作しているとき、オペレータは燃料効率を最大限にすることを可能にするために、電気装置32を駆動系統から切り離すことを選ぶことができる。したがって、電気装置32が図示のようにトルクを変速機14から差動装置16へ付与するようなおも構成されるように、電気装置32はロータシャフトを含むことができる。

#### 【0013】

1つの実施形態で、変速機14は、エンジン12から受けた入力トルクがギヤ比倍されて電気装置32へ付与されるように、複数のギヤを含む手動変速機である。したがって、手動変速機はクラッチ50を含む。別の実施形態で、変速機14は、1つまたは複数の固有のギヤ比を有する自動変速機であり、したがって、トルクコンバータ52を含む。変速機14は、適宜、自動的にシフトされる手動変速機であり、クラッチ50を含む。例示的实施形態で、自動変速機は約0.5〜1と約5.0〜1の間を変動する連続可変ギヤ比を有する。

#### 【0014】

例示的实施形態で、システム30は、限定はされないが、車両加速中、追加的ブーストトルクおよび動力を機械パワートレインに付与することと、また、車両減速中および下り勾配で速度を保つ際、制動トルクと動力を付与することを含む、図2で示された従来のISG機能としての機能の少なくともいくつかを実行する。

#### 【0015】

図4は、図3で示されたEMDEMC534およびエネルギー貯蔵システム36の簡略概略図である。1つの実施形態で、EMDEMC5は、第1のエネルギー貯蔵ユニット66の電圧がDC-ACインバータ68の入力部に直接電氣的に接続されるように、電力ケーブル62および少なくとも1つの電力コンタクタ64を含む比較的低コストのエネルギー貯蔵インタフェース（ESI）回路60を含む。

#### 【0016】

具体的には、第1のエネルギー貯蔵ユニット66は、モータ30への電力制御を可能にするため、電気モータ駆動インバータ68のような可変周波数により制御されるインバータに電氣的に接続された回路60に、正のDCリンク70および負のDCリンク72とを介して接続される。

#### 【0017】

EMDEMC5は、プレチャージおよびインタフェース用回路80と、プレチャージおよびインタフェース用回路80に連結された第2の貯蔵ユニット82とを含む。例示的实施形態で、第2の貯蔵ユニット82はウルトラキャパシタである。本明細書で使用されるウルトラキャパシタは、100ファラドより大きいセル容量を有するキャパシタを意味する。例示的实施形態では、記載されるウルトラキャパシタは、1000ファラドより大きいセル容量を有する。ウルトラキャパシタ82は、電圧が上昇するように少なくとも1つの直列配置で互いに接続された、あるいは、電流容量が増大するように少なくとも1つの並列配置で互いに接続された、複数のウルトラキャパシタセルを含む。

#### 【0018】

図5はプレチャージおよびインタフェース用回路80の第1の実施形態の簡単な概略図である。図5で示されるように、回路80はメインコンタクタ94に並列に連結されたプレチャージレジスタ90およびプレチャージコンタクタ92を含む。動作中、メインコン

タクタ94は、インタフェース制御回路80がメインコンタクタ94の電圧差が決定済みの電圧値以下であると検知した際、使用可能にされ、または閉じられる。適宜メインコンタクタ94は、プレチャージコンタクタ92が規定の時間閉じられた後に閉じられる。上記プレチャージのいずれの実施形態でも、メインコンタクタ94が閉じられた後に、インタフェース制御回路80がプレチャージコンタクタ92に開くよう指令する。

#### 【0019】

図6は、プレチャージおよびインタフェース用回路80の実施形態2の簡単な概略図である。図6で示されるように、回路80は、メインコンタクタ94およびメインコンタクタ94に並列に連結された定電流回路96を含む。第1のエネルギー貯蔵部66の電圧は、適宜、米国特許第5373195号に記載の概念を使用してインバータ68のDC入力部から切り離される。

#### 【0020】

動作中、車両の最初の始動後、ウルトラキャパシタ82および例えばバッテリーのような第1のエネルギー貯蔵ユニット66は、メインコンタクタ94を介して電気的に接続される。車両が加速している動作の第1のモードの間、電力は、電気モータ駆動インバータ68に供給される。よって、電気装置は、実質的に並列に接続されたエネルギー貯蔵ユニット66および82の組み合わせによってモータ30として機能する。ウルトラキャパシタの電圧がウルトラキャパシタの開路電圧および対応する有効直列抵抗(ESR)によって決定されるのに対して、2つのエネルギー貯蔵ユニット66および82の間のパワースプリットは、電池の開路電圧および関連する内部抵抗によって決定される。車両加速の完了後、第1のエネルギー貯蔵ユニット66はウルトラキャパシタ82を部分的にチャージする。

#### 【0021】

さらに、車両が減速している、または、下り勾配で速度を保っている動作の第2のモードの間、モータ30は発電機として機能するよう制御され、ここで、このとき発電機として機能している電力装置32を駆動するため、車両の駆動輪20から駆動装置16を通して動力が伝えられ、また、第1のエネルギー貯蔵ユニット66およびウルトラキャパシタ82の両方のチャージを可能にするため、インバータ68を通して電力が流れる。

#### 【0022】

図7は、モータ/発電機を車両に連結する代替方法を示す。図7で示されるように、車両10は、ギヤ減速ユニット102を使用してドライブシャフト18に連結された比較的高速低トルクの走行モータ100を含む。例示の実施形態で、ギヤ減速ユニット102は、複数のベアリング104を使用して回転可能にドライブシャフト18に連結される。さらに、高速低トルク走行モータ100およびギヤ減速ユニット102を、車台に対して実質的に定位置で固定することを可能にするため、高速低トルク走行モータ100およびギヤ減速ユニット102は、複数のモータマウント106を使用して車台の一部分に連結される。ギヤアセンブリ102を使用して達成する機械的比率とは異なる機械的比率を電気装置が達成することを可能にするため、比較的高トルクおよび比較的低回転速度での動作が可能になるように、高速低トルク走行モータ100は、適宜、固定比のギヤアセンブリ、チェーンドライブまたはベルトドライブのうちの少なくとも一つを使用して、ドライブシャフト18に連結される。さらに、車両10は、インバータ68が使用不能であるとき、モータ100内部での損失を抑えることを可能にするため、電気モータ100とギヤ減速ユニット102との間に連結されたクラッチ(図示せず)を含むことができる。

#### 【0023】

電気装置100は、走行状態が選択されている間、電気装置32の一部分を駆動系統から切り離すために使用することができるクラッチ110を適宜含む。例えば、車両10が高速度で動作しているとき、オペレータあるいは関連する制御部は、燃料効率を最大限にすることを可能にするために、電気装置100のクラッチを駆動系統から切ることを選択できる。

#### 【0024】

図4あるいは図7で示されたいずれの実施形態でも例示的走行モータ30は、電気的励磁機、つまりインバータ68が使用不能であるときの動作中にモータ30が低い推力を示すように、選択される。例えばモータ30は誘導モータまたはスイッチトリラクタンスモータとすることができる。さらに、モータ30は、図7で示された遊休クラッチ110と共に永久磁石(PM)モータとすることもできる。

#### 【0025】

例示的实施形態で、ハイブリッドシステム30は、車両の性能を高めるために既知の車両に組み込むことができる。例えば、ハイブリッドシステム30を既知の車両に据え付けるために、変速機と差動装置との間に連結された少なくとも1つのドライブシャフトが切り離される。次に、電気装置は、上記記載の動作の第1のモードで電気モータがエンジンおよび変速機によって生成されたトルクの実質的に全てを受け、変速機の出力トルクが電気モータによって生成されたトルクと合わさって差動装置に付与され、動作の第2のモードでモータが車両によって生成されたトルクの実質的に全てを差動装置を通して受けるように、変速機と差動装置との間に連結される。

#### 【0026】

本明細書で記載されるのは、車両変速機と差動装置との間に連結されたモータ/発電機のような電気装置を含むシステムを備えるハイブリッド車両である。該システムは、電気モータ駆動システムがVSCによって使用不能にされるヒートエンジン車両動作モードと、VSCがヒートエンジンおよび電気駆動システムを使用可能にするハイブリッド車両動作モードと、VSCがヒートエンジンを使用不能にする、または、ヒートエンジンに低電力アイドルモードで操作されるように指令し、変速機にニュートラルギヤとなるよう指令し、電気駆動システムには車両に対して、エネルギー貯蔵ユニットからのエネルギーを使用し、性能を落とし限られた範囲で操作させる(リンプホームモード)ようにするゼロ排出車両(ZEV)電気車両動作モードとの少なくとも3つの動作モードで動作することができる。

#### 【0027】

その他の特徴は、電気推進式車両のより小さな車両プラットフォーム、つまり軽配達車両やスクールバスの電気駆動システムと、より大きな車両(運送バスあるいは大型荷物配達、燃料配達車両およびコンテナトラック)のパラレルハイブリッド実装との共通部分である。

#### 【0028】

したがって、本明細書で記載されるシステムは、他の既知の従来の車両に比べ、燃料効率を高め、排出を抑えることによって、システム効率の向上を実現する。該システムは、既存の従来の機械駆動式トラック、バスまたは他の車両に組み込むこともできる。該システムは、主に電気駆動サブシステムの交差領域での往復損失をなくすことで、既知のハイブリッド車両と比較して、電気駆動システムの往復効率を高め、高いレベルの回生ブレーキ制御を実現し、燃料経済性の向上および排出減少を実現する。また、電気駆動システム、エネルギー貯蔵システムおよび関連するエネルギー管理制御部の実装コストを減少させる。

#### 【0029】

種々の特定の実施形態に関して本発明を説明したが、本発明は特許請求の範囲の趣旨および範囲内で修正して実施できることを、当業者なら理解するであろう。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0030】

【図1】従来の車両で使用される従来技術のパワートレインを示す図である。

【図2】従来のハイブリッドで使用される従来技術のパワートレインを示す図である。

【図3】例示的ハイブリッド車両の概略図である。

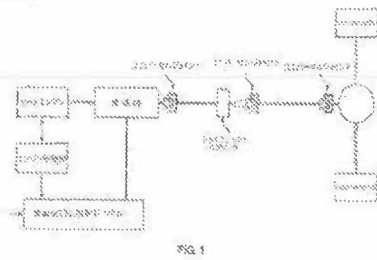
【図4】図3で示された制御システムの簡略概略図である。

【図5】図3で示された制御システムの一部の簡単な概略図である。

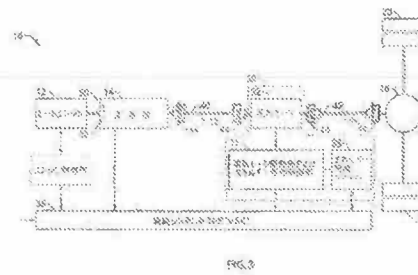
【図6】図3で示された制御システムの一部の簡単な概略図である。

【図 7】 図 3 で示されたモータ／発電機を車両に接続する代替方法を示す。

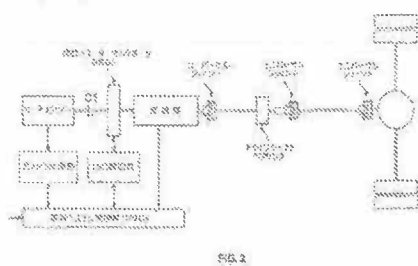
【図 1】



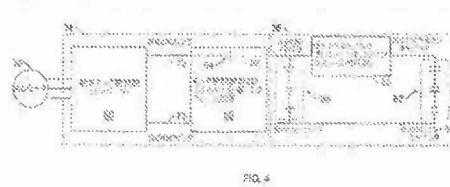
【図 3】



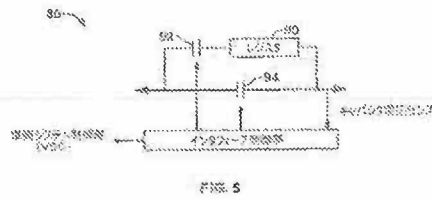
【図 2】



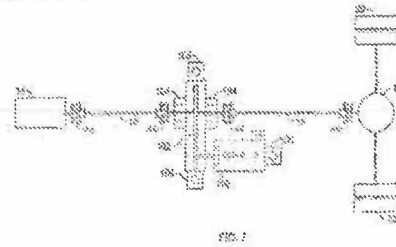
【図 4】



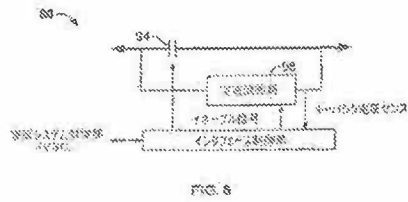
【図 5】



【図 7】



【図 6】



## 【國際經濟報告】

~~~~~

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2006/049056

(Information: DOCUMENT IS AVAILABLE TO BE FILED)

| Category | Object of treatment, with indication: when appropriate, of the relevant passages                                                                             | Relevant to date No.          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| X        | US 2006/006650 A1 (HUCHEY CHARLES E [US])<br>6 January 2006 (2006-01-06)<br><br>abstract<br>paragraphs [0067], [0018]<br>figures 1,6,7                       | 1,2,4,5,<br>7-18,19,<br>21,22 |
| X        | US 2003/065577 A1 (YAKAOKA TOSHITOMI [JP]<br>ET AL) 8 May 2003 (2003-05-08)<br><br>abstract<br>paragraphs [0036], [0008], [0033],<br>[0034]<br>figures 1,4-6 | 1-5,<br>8-10,<br>12-15        |

Form PCT/ISA/210 (Information of second sheet) (July 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International publication No.

PCI/US2006/043096

| Patent document<br>number in national phase |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)                                              | Publication<br>date                                  |
|---------------------------------------------|----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| EP 1877139                                  | A  | 21-09-2005          | OR 0501185 A<br>JP 2006280691 A<br>KR 20060041956 A<br>US 2005285313 A1 | 01-11-2005<br>13-10-2005<br>15-08-2006<br>22-09-2005 |
| GB 2305643                                  | A  | 16-04-1997          | JP 3356314 B2<br>JP 9095149 A<br>US 6041877 A                           | 28-11-2002<br>08-04-1997<br>28-03-2000               |
| US 2006000650                               | A1 | 05-01-2006          | NONE                                                                    |                                                      |
| US 2003065577                               | A1 | 28-05-2003          | NONE                                                                    |                                                      |

No. 1877139/2005 Patent document in national phase

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F1

テーマコード (参考)

B60L 11/12 (2006.01)

B60L 11/12

(81)指定国 AP(BW, GH, GN, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GD, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AI, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 サラズー、 レンビット

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、スケネクタディ、パークリー・アベニュー、2280番

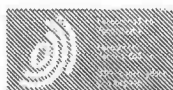
(72)発明者 キング、 ロバート・デーン

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12306、スケネクタディ、ウェンブル、196番

Fターム(参考) 5H115 PA12 PC06 PC04 P113 P122 P129 P017 P122 P124 P125

PE29 QE17 QE18 QN03 QN06 QN08 RE02 RE03 SE03 SE05

SE08 TBU1 TE02 TE05 TI02 TU04 TU14



Espacenet

**Bibliographic data: JP2005143274 (A) — 2005-06-02****DRIVE CONTROLLING DEVICE AND DRIVE CONTROLLING METHOD FOR MOTOR-DRIVEN VEHICLE**

**Inventor(s):** HANAMURA AKIHIRO; KITAJIMA YASUHIKO; YOSHIMOTO KANTARO ± (HANAMURA AKIHIRO, ; KITAJIMA YASUHIKO, ; YOSHIMOTO KANTARO)

**Applicant(s):** NISSAN MOTOR ± (NISSAN MOTOR CO LTD)

**Classification:** - international: B60L11/18; B60L9/18; (IPC1-7): B60L11/18; B60L9/18  
- cooperative: Y02T10/7005; Y02T10/7241

**Application number:** JP20030380139 20031110 Global Dossier

**Priority number (s):** JP20030380139 20031110

**Abstract of JP2005143274 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the output torque of a specific three-phase AC motor in a short period of time without enlarging a device. **SOLUTION:** When three-phase AC motors 5a, 5b each perform power operation and regenerative operation, and when the output torque of torque limit value or larger is demanded to at least one of the three-phase AC motors 5a, 5b, an inverter supply voltage decision portion 4 controls a DC voltage changeover means 3 so as to connect a high potential power supply 2a to inverters 13a, 13b. With this configuration, torque larger than the torque limit value in a constant electric power region can be outputted without enlarging the power supply and the three-phase AC motors 5a, 5b. **COPYRIGHT:** (C) 2005,JPO&NCIP!

(10) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-143274

(P2005-143274A)

(43) 公開日 平成17年6月2日(2005.6.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

B60L 9/18

B60L 9/18

P

5H115

B60L 11/18

B60L 11/18

G

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-380139 (P2003-380139)  
(22) 出願日 平成15年11月10日(2003.11.10)

(71) 出願人 000093997  
日産自動車株式会社  
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
(74) 代理人 100083806  
弁理士 三好 秀和  
(74) 代理人 100100712  
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦  
(74) 代理人 100087365  
弁理士 栗原 彰  
(74) 代理人 100100929  
弁理士 川又 澄雄  
(74) 代理人 100095500  
弁理士 伊藤 正和  
(74) 代理人 100101247  
弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

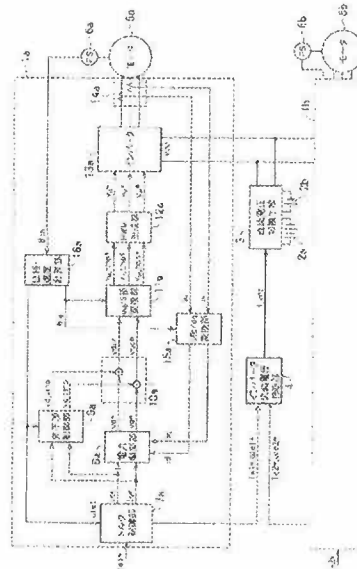
(54) 【発明の名称】 電動車両の駆動制御装置及び駆動制御方法

(57) 【要約】

【課題】装置の大型化を伴わずに特定の3相交流モータの出力トルクを短時間で上昇させる。

【解決手段】3相交流モータ5a、5bの一方及び他方がそれぞれ力行動作及び回生動作を行い、且つ、3相交流モータ5a、5bの少なくとも一方がトルク制限値以上の出力トルクを要求された場合には、インバータ供給電圧判断部4が、高電位電源2aをインバータ13a、13bに接続するように直流電圧切換手段3を制御する。これにより、電源の大型化及び3相交流モータ5a、5bを大型化することなく、定電力領域におけるトルク制限値より大きなトルクを瞬時に出力することができる。

【選択図】図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

複数の電動機と、当該電動機毎に設けられ、電動機に電圧を印加するインバータと、当該インバータに直流電圧を供給する直流電圧供給手段とを備える電動車両の駆動制御装置であって、

前記直流電圧供給手段は、前記インバータに直流電圧を供給する電源を電圧値が異なる複数の電源の中から選択するインバータ供給電圧判断部と、インバータ供給電圧判断部が選択した電源の電圧をインバータに供給する直流電圧切換手段とを備え、

前記インバータ供給電圧判断部は、第1及び第2の駆動軸にそれぞれ接続された第1及び第2の電動機的一方及び他方が力行動作及び回生動作を行い、且つ、当該第1及び第2の電動機的一方がトルク制限値以上のトルク出力を要求された場合、高電圧値の電源を選択すること

を特徴とする電動車両の駆動制御装置。

## 【請求項2】

前記第1及び第2の駆動軸はそれぞれ電動車両の左輪及び右輪の駆動軸であり、

前記直流電圧切換手段は、高電圧値の電源の電圧を第1及び第2のインバータに供給した後、回生動作により生成された電力を力行動作を行う電動機に供給すること

を特徴とする請求項1に記載の電動車両の駆動制御装置。

## 【請求項3】

前記直流電圧切換手段は、複数のインバータのうち、高電圧値を必要としないインバータの入力電圧は変化させないことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の電動車両の駆動制御装置。

## 【請求項4】

前記複数の電源は、燃料電池と燃料電池の出力電圧より高い電圧値を有する電源とを含むことを特徴とする請求項1から請求項3のうち、いずれか1項に記載の電動車両の駆動制御装置。

## 【請求項5】

前記燃料電池の出力電圧より高い電圧値を有する電源は、二次電池又はコンデンサにより構成されることを特徴とする請求項4に記載の電動車両の駆動制御装置。

## 【請求項6】

複数の電動機と、当該電動機毎に設けられ、電動機に電圧を印加するインバータと、当該インバータに直流電圧を供給する直流電圧供給手段とを備える電動車両の駆動制御方法であって、

インバータに直流電圧を供給する電源を電圧値が異なる複数の電源の中から選択する選択ステップと、前記選択ステップにおいて選択した電源の電圧をインバータに供給する供給ステップとを有し、

前記選択ステップは、第1及び第2の駆動軸にそれぞれ接続された第1及び第2の電動機的一方及び他方が力行動作及び回生動作を行い、且つ、当該第1及び第2の電動機的一方がトルク制限値以上のトルクを出力することを要求された場合、高電圧値の電源を選択するステップを含むこと

を特徴とする電動車両の駆動制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複数の電動機を動力源として備える電動車両の駆動制御装置及び駆動制御方法に関し、より詳しくは、装置の大型化を伴わずに特定の電動機の出力トルクを短時間で上昇させることにより電動車両の姿勢を効果的に制御することを可能にする技術に係わる。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、複数の車輪(車軸)毎に電動機を有する電動車両では、各電動機の出方トルクを制御することにより、電動車両の姿勢制御を行う駆動制御装置が利用されており(例えば、特許文献1を参照)、このような駆動制御装置によれば、電動車両の走行安定性を大幅に向上させることができる。

【特許文献1】特開2002-186107号公報(図2参照)

【発明の簡示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、一般に、電動車両の姿勢制御を行うためには、電動機の出方トルクを短時間で大きく変化させる必要がある。このような背景から、電動機の出方トルクを短時間で上昇させるために、例えば特開平5-236608号公報に開示されているような、直流電源の切換を行うことにより電動機に印加する電圧を上げる方法が提案されている。しかしながら、電動機が最大出力を得るためには、直流電源も大電力の供給に見合うように容量を大きくする必要がある。

【0004】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、装置の大型化を伴わずに電動機の出方トルクを短時間で上昇させることにより電動車両の姿勢を効果的に制御することが可能な、電動車両の駆動制御装置及び駆動制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述の課題を解決するために、本発明に係る電動車両の駆動制御装置の特徴は、インバータに直流電圧を供給する電源を電圧値が異なる複数の電源の中から選択するインバータ供給電圧判断部と、インバータ供給電圧判断部が選択した電源の電圧をインバータに供給する直流電圧切換手段とを備え、インバータ供給電圧判断部は、第1及び第2の駆動軸にそれぞれ接続された第1及び第2の電動機的一方及び他方が力行動作及び回生動作を行い、且つ、第1及び第2の電動機的一方がトルク制限値以上のトルク出力を要求された場合、高電圧値の電源を選択することにある。

【0006】

また、上述の課題を解決するために、本発明に係る電動車両の駆動制御方法の特徴は、インバータに直流電圧を供給する電源を電圧値が異なる複数の電源の中から選択する選択ステップと、選択ステップにおいて選択した電源の電圧をインバータに供給する供給ステップとを有し、選択ステップは、第1及び第2の駆動軸にそれぞれ接続された第1及び第2の電動機的一方及び他方が力行動作及び回生動作を行い、且つ、第1及び第2の電動機的一方がトルク制限値以上のトルクを出力することを要求された場合、高電圧値の電源を選択するステップを含むことにある。

【発明の効果】

【0007】

本発明に係る電動車両の駆動制御装置及び駆動制御方法によれば、装置の大型化を伴わずに電動機の出方トルクを短時間で上昇させ、電動車両の姿勢を効果的に制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、図面を参照して、本発明の第1～第3の実施形態となる電動車両の駆動制御装置の構成及び動作について説明する。なお、以下の実施形態では、駆動制御装置は、無通電状態における磁石磁束の方向をd軸、及びd軸と直交する軸をq軸に設定した、モータ回転に同期して回転する回転直交座標系(dq)座標系を制御演算に用いる。

【実施例】

【0009】

〔駆動制御装置の構成〕

始めに、図1を参照して、本発明の第1の実施形態となる駆動制御装置の構成について説明する。

【0010】

本発明の第1の実施形態となる駆動制御装置は、図1に示すように、電力変換部1a、1bと、高電位及び低電位の直流電圧源2a、2bと、直流電圧切換手段3と、インバータ供給電圧判断部4と、本発明に係る電動機として機能する3相交流モータ5a、5bと、回転角センサ(PS)6a、6bとを主な構成要素として備える。

【0011】

上記直流電圧切換手段3は、図2に示すように、高電位の直流電圧源(以下、高電位電源と略記)2aの正極側に並列接続されたスイッチ17a及びダイオード18aと、高電位電源2aの負極側及び低電位の直流電圧源(以下、低電位電源と略記)2bの正極側に並列接続されたスイッチ17b及びダイオード18bとを有し、スイッチ17a、17b及びダイオード18a、18bの電圧源に接続されない側はそれぞれ電力変換部1a、1b内のインバータ13a、13bと電気的に接続されている。なお、この実施形態では、高電位電源2a及び低電位電源2bは、直列に接続にされているが、本発明はこの構成に限られることなく、並列に接続してもよい。

【0012】

上記インバータ供給電圧判断部4は、図3に示すような、3相交流モータ5a、5bの回転速度-トルク特性のデータを記憶し、詳しくは後述するが、電力変換部1a、1b内のトルク制御部7a、7b(図示せず)からトルク指令 $T_{e1*}$ 、 $T_{e2*}$ 及びモータ回転速度 $\omega_{e1}$ 、 $\omega_{e2}$ が入力されるのに応じて、記憶している回転速度-トルク特性のデータを参照して、電力変換部1a、1b内のインバータ12a、12b(図示せず)に接続する電源を高電位電源2aと低電位電源2bとの間で切り換える。なお、図3に示す回転速度-トルク特性のx軸及びy軸はそれぞれ、3相交流モータの回転速度及びトルク制限値を示し、トルク制限値は、定電力領域において3相交流モータの回転速度が大きくなるのに従って減少する。

【0013】

上記3相交流モータ5a、5bは、電力変換部1a、1bから入力された電圧を利用して駆動する。上記回転角センサ(PS)6a、6bは、3相交流モータ5a、5bの回転角度 $\theta_m$ を検出し、検出した回転角度 $\theta_m$ を電力変換部1a、1b内の位相・速度計算手段16a、16b(図示せず)に入力する。

【0014】

〔電力変換部の内部構成〕

次に、上記電力変換部1a、1bの内部構成について説明する。なお、電力変換部1bの内部構成は電力変換部1aのそれと同じであるので、以下では電力変換部1aの内部構成についてのみ説明し、電力変換部1bの内部構成の図示及び説明は省略する。

【0015】

上記電力変換部1aは、トルク制御部7aと、電流制御部8aと、非干渉制御部9aと、加算部10aと、dq/3相変換部11aと、PWM生成部12aと、インバータ13aと、電流センサ14aと、3相/dq変換部15aと、位相・速度計算部16aとを備える。

【0016】

上記トルク制御部7aは、トルク指令 $T_{e1*}$ と位相・速度計算部16aから入力されるモータ回転速度 $\omega_{e1}$ とに基づいて、3相交流モータ5aのd軸電流指令値 $i_{d*}$ とq軸電流指令値 $i_{q*}$ を生成し、生成した電流指令値 $i_{d*}$ 、 $i_{q*}$ を電流制御部8aと非干渉制御部9aに入力する。また、トルク制御部7aは、トルク指令 $T_{e1*}$ とモータ回転速度 $\omega_{e1}$ をインバータ供給電圧判断部4に入力する。

【0017】

上記電流制御部8aは、d軸とq軸の実電流 $i_d$ 、 $i_q$ をそれぞれd軸電流指令値 $i_{d*}$ 及びq軸電流指令値 $i_{q*}$ に一致させるためにPI(比例・積分)演算を行うことによ

り、d軸とq軸の電圧指令値 $v_d^*$ 、 $v_q^*$ を生成し、生成した電圧指令値 $v_d^*$ 、 $v_q^*$ を加算部10aに入力する。

【0018】

上記非干渉制御部9aは、トルク制御部7aから入力された電流指令値 $i_d^*$ 、 $i_q^*$ を利用して、d軸とq軸の干渉項を補償するために用いる電圧成分である、d軸補償電圧 $v_{d\_cmp}$ とq軸補償電圧 $v_{q\_cmp}$ を算出し、算出した補償電圧 $v_{d\_cmp}$ 、 $v_{q\_cmp}$ を加算部10aに入力する。

【0019】

上記加算部10aは、電流制御部8a及び非干渉制御部9aから入力される電圧指令値 $v_d^*$ 、 $v_q^*$ と補償電圧 $v_{d\_cmp}$ 、 $v_{q\_cmp}$ とをそれぞれ加算することにより、d軸とq軸の電圧指令値 $v_{d0}^*$ 、 $v_{q0}^*$ を算出し、算出した電圧指令値 $v_{d0}^*$ 、 $v_{q0}^*$ をdq/3相変換部11aに入力する。

【0020】

上記dq/3相変換部11aは、位相・速度計算部16aから入力される3相交流座標系から見たdq座標系の位相 $\theta_e$ に基づいて、加算部10aから入力された電圧指令値 $v_{d0}^*$ 、 $v_{q0}^*$ を3相交流電圧指令値 $v_{u\_tmp}^*$ 、 $v_{v\_tmp}^*$ 、 $v_{w\_tmp}^*$ に変換し、3相交流電圧指令値 $v_{u\_tmp}^*$ 、 $v_{v\_tmp}^*$ 、 $v_{w\_tmp}^*$ をPWM生成部12aに入力する。

【0021】

上記PWM生成部12aは、dq/3相変換部11aから入力される3相交流電圧指令値 $v_{u\_tmp}^*$ 、 $v_{v\_tmp}^*$ 、 $v_{w\_tmp}^*$ に基づいて、PWM信号 $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$ を生成し、生成したPWM信号 $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$ をインバータ13aに入力する。

【0022】

上記インバータ13aは、PWM生成部12aから入力されるPWM信号 $v_u^*$ 、 $v_v^*$ 、 $v_w^*$ に基づいて、直流電圧切換手段3を介して入力される直流電圧 $V_{dc}$ を3相交流電圧に変換して3相交流モータ5aに印加する。なお、この実施形態では、インバータ13aの入力側には、図2に示すように、平滑用コンデンサ19aが設けられ、電荷を蓄積、放出可能なように構成されている。

【0023】

上記電流センサ14aは、3相交流モータ5aのU相とV相の実電流 $i_u$ 、 $i_v$ を検出し、検出した実電流 $i_u$ 、 $i_v$ を3相/dq変換部15aに入力する。上記3相/dq変換部15aは、位相・速度計算部16aから入力される3相交流座標系から見たdq座標系の位相 $\theta_e$ に基づいて、3相交流モータ5aの実電流 $i_u$ 、 $i_v$ 、 $i_w (= -i_u - i_v)$ をd軸とq軸の実電流 $i_d$ 、 $i_q$ に変換し、実電流 $i_d$ 、 $i_q$ を電流制御部8aに入力する。

【0024】

上記位相・速度計算部16aは、回転角センサ6aが検出した回転位置 $\theta_m$ に基づいて、回転速度 $\omega_e$ と3相交流座標系から見たdq座標系の位相 $\theta_e$ を演算し、演算結果をトルク制御部7a、非干渉制御部9a、dq/3相変換部11a、及び3相/dq変換部15aに入力する。

【0025】

〔駆動制御装置の動作〕

このような構成を有する駆動制御装置は、以下に示すように動作することにより、3相交流モータ5a、5bを大型化することなく、3相交流モータ5a、5bの一方の出力トルクを図3に示すトルク制限値以上の値に短時間で上昇させることを可能にする。以下、図1を参照して、3相交流モータ5aを駆動する際の駆動制御装置の動作について説明する。

【0026】

3相交流モータ5aを駆動する際は、始めに、インバータ供給電圧判断部4が、トルク

指令 $T_{e1*}$ と3相交流モータ5aの回転数 $\omega_{e1}$ が入力されるのに応じて、3相交流モータ5aの回転速度-トルク特性のデータを参照して、高電位電源2aと低電位電源2bのどちらの電源をインバータ13aに接続するかを指示する信号 $f_{\_vdc}$ を生成し、生成した信号 $f_{\_vdc}$ を直流電圧切換手段3に入力する。そして、直流電圧切換手段3は、インバータ供給電圧判断部4から入力された信号 $f_{\_vdc}$ に従って、インバータ13aに接続する電源を高電位電源2aと低電位電源2bとの間で切り換える。

【0027】

より具体的に説明すると、3相交流モータ5aの回転速度が定電力領域（図3参照）の回転速度である時、インバータ供給電圧判断部4は、回転速度-トルク特性とトルク指令 $T_{e1*}$ とを比較し、回転速度-トルク特性が示すトルク制限値よりトルク指令 $T_{e1*}$ の方が小さい場合、低電位電源2bをインバータ13aに接続することを指示する信号 $f_{\_vdc}=0$ を直流電圧切換手段3に入力する。これにより、インバータ13aは、PWM生成部12aが生成したPWM信号 $v_{u*}$ 、 $v_{v*}$ 、 $v_{w*}$ に基づいて、低電位電源2bの直流電圧を3相交流電圧に変換し、3相交流モータ5aに印加する。

【0028】

一方、回転速度-トルク特性が示すトルク制限値よりトルク指令 $T_{e1*}$ の方が大きい場合には、インバータ供給電圧判断部4は、高電位電源2aをインバータ13aに接続することを指示する信号 $f_{\_vdc}=1$ を直流電圧切換手段3に入力する。これにより、インバータ13aの平滑用コンデンサ19aが高電位電源2aによって急速に充電され、インバータ13aの直流入力電圧は高電圧状態となる。また、インバータ13aの直流入力電圧の上昇に伴い、ダイオード18bには逆電圧が印加されるために、低電位電源2bはインバータ13aから電氣的に切り離され、低電位電源2bの電力はインバータ13aに供給されなくなる。このため、インバータ13aは、PWM生成部12で生成されたPWM信号 $v_{u*}$ 、 $v_{v*}$ 、 $v_{w*}$ に基づいて、高電位電源2aの直流電圧を3相交流電圧に変換し、3相交流モータ5aに印加するようになる。

【0029】

ここで、インバータ13aの直流入力電圧が高電圧状態になると、3相交流モータ5aの回転速度-トルク特性は、図4に示すように、定電力領域のトルク制限値が増加して一定となる形になるので、3相交流モータ5aに大トルクの回生を行うような指示が出された場合であっても、3相交流モータ5aはトルク制限値以上の大きなトルク、電力の回生を行うことができる。さらに、電力変換部1a、1bのインバータ13a、13bの入力側は共通であり、3相交流モータ5aで回生された電力は電力変換部1bのインバータ13bに供給されるので、3相交流モータ5bに大トルクの力行を行うような指示が出された場合であっても、3相交流モータ5bはトルク制限値以上の大きなトルク、電力の力行を行うことができる。但し、高電位電源2aと低電位電源2bはそれまでの電力と同等の電力を供給すればよい。

【0030】

なお、図4では、インバータ13aの直流入力電圧が高電圧状態になるのに応じて、トルク制限値が増加して定電力領域の出力トルクが一定の状態になるとしたが、この状態は、図5(a)において、モータに印加する電圧を最も大きくした状態であり、通常、モータの耐久性を考慮して出力トルクや印加電圧の大きさは制限されるために、トルク制限値が図5(b)に示す直線Aで示した値である場合、斜線領域のトルクは出力されず、出力トルクは必ずしも一定にはならないことに留意されたい。

【0031】

また、トルク指令 $T_{e1*}$ がトルク制限値より大きい状態から小さい状態に戻った際には、インバータ供給電圧判断部4は、低電位電源2bをインバータ13aに接続することを直流電圧切換手段3に指示し、直流電圧切換手段3は、スイッチ17aを操作して高電位電源2aをインバータ13aから切り離す。また、3相交流モータ5aは、回生を終了して電力の供給を停止、若しくは、力行を開始する。3相交流モータ5aが力行を継続した場合には、平滑用コンデンサ19aに蓄えられた電荷は短時間で消費され、インバータ

13aの入力電圧は低下する。そして、インバータ13aの入力電圧が低電位電源2bより低くなると、ダイオード18bが順方向に印加されるために、低電位電源18bがインバータ13aに電氣的に接続されて、トルク指令 $T_e1*$ がトルク制限値より小さい場合の動作に戻る。

## 【0032】

また、3相交流モータ5aの回生動作に伴い電源を充電する場合、スイッチ17bを操作することにより、低電位電源2bに電力を充電することができる。また、スイッチ17aを操作することにより、高電位電源2aが接続されている時には、回生によって高電位電源2aよりインバータ13aの入力側の電圧が高くなると、ダイオード18aに順バイアスが印加されることになり、高電位電源2aに電力を充電することができる。

## 【0033】

以上の説明から明らかなように、本発明の第1の実施形態となる電動車両の駆動制御装置は、3相交流モータ5a、5bの一方及び他方がそれぞれ力行動作及び回生動作を行い、且つ、3相交流モータ5a、5bの一方がトルク制限値以上の出力トルクを要求された場合、インバータ供給電圧判断部4が、高電位電源2aをインバータ13a、13bに接続するように直流電圧切換手段3を制御する。そして、このような構成によれば、電源を大型化することなく、且つ、3相交流モータ5a、5bを大型化することなく、定電力領域におけるトルク制限値より大きなトルクを瞬時に出力し、電動車両の姿勢を効果的に制御することができる。また、平滑用コンデンサ19a、19bは高電位電源2aから直接充電されるために、インバータ13a、13bは瞬時に高電圧がして高出力が可能となる。

## 【実施例】

## 【0034】

次に、図6を参照して、本発明の第2の実施形態となる駆動制御装置の構成及び動作について説明する。なお、本発明の第2の実施形態となる駆動制御装置の構成は、電力変換部と3相交流モータをそれぞれ3つ有する点が、第1の実施形態となる駆動制御装置の構成と異なる。そこで以下では、上記相違点についてのみ説明し、第1の実施形態となる駆動制御装置の構成と同一部分の構成及び動作についてはその説明を省略する。

## 【0035】

## 〔駆動制御装置の構成〕

本発明の第2の実施形態となる駆動制御装置では、電力変換部1a、1bに加えて、第3の電力変換部を有し、第3の電力変換部には図6に示す3相交流モータ5cが接続されている。また、電力変換部1a、1bのインバータ13a、13bの入力側には、図6に示すように、スイッチ17cとダイオード18cを介して高電位電源2aの正極側が、及びダイオード18dを介して低電位電源2bの正極側がそれぞれ接続されている。なお、この実施形態では、電力変換部1a、1bに接続される3相交流モータ5a、5bは、電動車両の副駆動輪左右モータ、第3の電力変換部に接続される3相交流モータ5cは電動車両の主駆動用モータであるとする。

## 【0036】

## 〔駆動制御装置の動作〕

このような構成を有する駆動制御装置は、以下に示すように動作することにより車両の回転角加速度を制御することを可能にする。以下、本発明の第2の実施形態となる駆動制御装置の動作について詳しく説明する。なお、以下の説明では、第3の電力変換部は低電位電源2bに常時接続されており、3相交流モータ5cには安定した電力が常に供給されているものとする。

## 【0037】

副駆動輪左右モータ(=3相交流モータ5a、5b)にトルク制限値以上のトルク指令が入力された場合、インバータ供給電圧判断部4は、高電位電源2aをインバータ13a、13bに接続することを直流電圧切換手段3に指示し( $f_{vdc}=1$ )、直流電圧切換手段3は、スイッチ17cを操作することにより、高電位電源2aをインバータ13a

、13bに接続する。高電位電源2aが接続されると、インバータ13a、13bの平滑用コンデンサ19a、19bは高電位電源2aによって急速に充電され、インバータ13a、13bの入力は高電圧状態となる。そして、インバータ13a、13bの入力電圧の上昇に伴い、ダイオード18dには逆電圧が印加されるために、低電位電源2bはインバータ13a、13bから電氣的に切り離され、低電位電源2bからの電力はインバータ13a、13bには供給されなくなる。続いて、3相交流モータ5aに回生を行わせる指令が出された場合、3相交流モータ5aは大きなトルク、電力の回生を行い、インバータ13aにおいて回生された電力はインバータ13bに供給され、3相交流モータ5bが大きなトルク、電力での力行を行う。

【0038】

以上の説明から明かなように、本発明の第2の実施形態となる駆動制御装置によれば、インバータ13a、13bの入力が高電位状態になった後、3相交流モータ5a、5bの一方が高トルクの回生(制動)を行い、3相交流モータ5a、5bの他方は回生された電力を利用して高トルクの力行を行うので、駆動動輪の左右で大トルクの力行と回生(制動)を同時に行うことにより、車両の回転角加速度を制御することができる。また、高い電圧を必要としない3相交流モータ5cを不必要に高電圧化してインバータ3cの損失を増大させることを防止できる。

【実施例】

【0039】

次に、図7を参照して、本発明の第3の実施形態となる駆動制御装置の構成及び動作について説明する。なお、本発明の第3の実施形態となる駆動制御装置では、直流電圧切換手段3及び直流電源切換手段3に接続される電源の構成が第2の実施形態のそれとは異なる。そこで以下では、上記相違点についてのみ説明し、第2の実施形態となる駆動制御装置の構成と同一部分の構成及び動作についてはその説明を省略する。

【0040】

〔駆動制御装置の構成〕

本発明の第3の実施形態となる駆動制御装置では、低電位電源として機能する燃料電池(FC)20と、低電位電源より十分に高い電圧値を有する二次電池2cが直流電圧切換手段3に接続されている。また、直流電圧切換手段3は、燃料電池20の正極側に接続され、電力が燃料電池20に戻ることを阻止するダイオード18eと、ダイオード18eのカソード側と二次電池2c間に設けられたDC/DCコンバータ(DC/DC)21とを有し、DC/DCコンバータ21は、燃料電池20の過渡的な遅れによる電力の過不足を二次電池2cから補完すると共に、回生された電力等を昇圧して二次電池2cを充電する。また、直流電圧切換手段3は、DC/DCコンバータ21と並列接続になるようにダイオード18eのカソード側に接続されたダイオード18fを有し、ダイオード18fは、燃料電池20からの電力を電力交換部1a、1bに供給する。また、ダイオード18fのカソード側と二次電池2cの正極側間には、スイッチ17dとダイオード18gが接続されている。

【0041】

〔駆動制御装置の動作〕

このような構成を有する駆動制御装置は、以下に示すように動作することにより、エネルギー・マネジメントを容易に行うことを可能にする。以下、本発明の第3の実施形態となる駆動制御装置の動作について詳しく説明する。

【0042】

駆動動輪左右モータ(=3相交流モータ5a、5b)にトルク制限値以上の大きなトルク指令が入力された場合、インバータ供給電圧判断部4は、二次電池2cをインバータ13a、13bに接続することを直流電圧切換手段3に指示し( $f_{vdc}=1$ )、直流電圧切換手段3は、スイッチ17dを操作することにより、二次電池2cをインバータ13a、13bに接続する。二次電池2cが接続されると、インバータ13a、13bの平滑用コンデンサ19a、19bは二次電池2cによって急速に充電され、インバータ13a

、13bへの入力電圧は高電圧状態になる。そして、インバータ13a、13bの入力電圧の上昇に伴い、ダイオード18fには逆電圧が印加されるために、燃料電池20はインバータ13a、13bから電氣的に切り離され、燃料電池20からの電力はインバータ13a、13bには供給されなくなる。なお、燃料電池20からインバータ13a、13bに供給されなくなった電力は、DC-DCコンバータ21で高電圧状態に変換された後、二次電池2cやインバータ13a、13bに供給してもよい。

【0043】

以上の説明から明らかなように、本発明の第3の実施形態となる駆動制御装置によれば、インバータ13a、13bは、燃料電池20から切り離され、副駆動輪モータ(＝3相交流モータ5a、5b)が大電力駆動を行っても燃料電池20と接続する主駆動輪モータ(＝3相交流モータ5c)の電力に影響を与えることがないため、エネルギー・マネジメントを容易に行うことができる。

【0044】

また、本発明の第3の実施形態となる駆動制御装置によれば、高電位電源及び低電位電源はそれぞれ二次電池2c及び燃料電池20により構成されているので、燃料電池車両を構成する部品点数を増やすことなく大電力を出力することが可能となる。

【0045】

以上、本発明者らによってなされた発明を適用した実施の形態について説明したが、この実施の形態による本発明の開示の一部をなす論述及び図面により本発明は限定されることはない。すなわち、上記実施の形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施の形態、実施例及び運用技術等は全て本発明の範疇に含まれることは勿論であることを付け加えておく。

【図面の簡単な説明】

【0046】

【図1】本発明の第1の実施形態となる電動車両の駆動制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す直流電圧切換手段とインバータの構成を示す模式図である。

【図3】一般的な回転速度－トルク特性を示す図である。

【図4】図1に示す駆動制御装置による回転速度－トルク特性を示す図である。

【図5】印加電圧の変化に応じて回転速度－トルク特性が変化する様子を説明するための図である。

【図6】本発明の第2の実施形態となる電動車両の駆動制御装置における、直流電圧切換手段及びインバータの構成を示す模式図である。

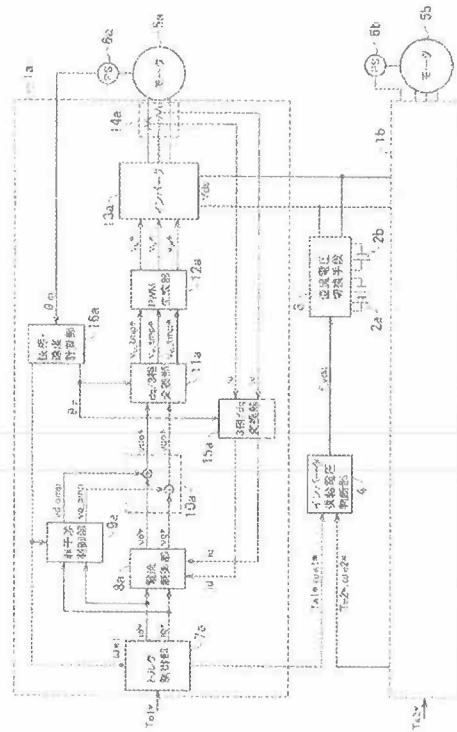
【図7】本発明の第3の実施形態となる電動車両の駆動制御装置における、直流電圧切換手段及びインバータの構成を示す模式図である。

【符号の説明】

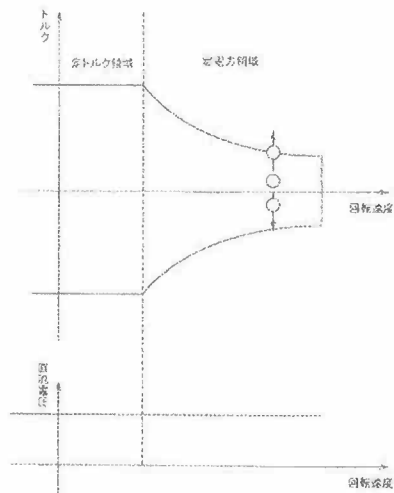
【0047】

- 1a、1b：電力交換部
- 2a：高電位電源
- 2b：低電位電源
- 2c：二次電池
- 3：直流電圧切換手段
- 4：インバータ供給電圧判断部
- 5a、5b、5c：3相交流モータ
- 13a、13b、13c：インバータ
- 20：燃料電池

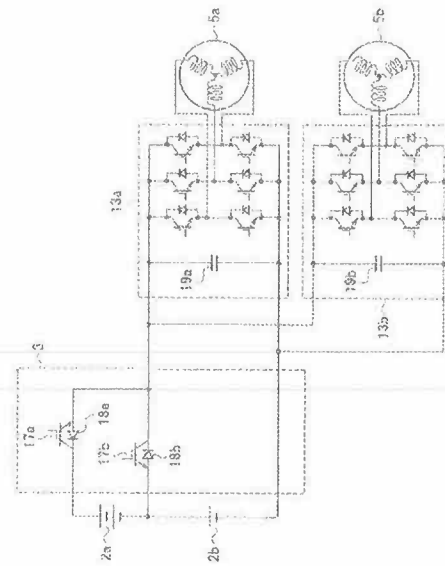
【図1】



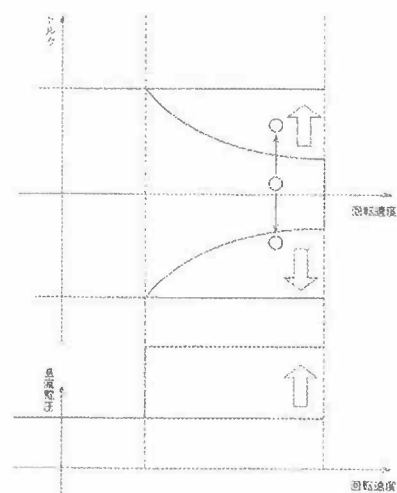
【図3】



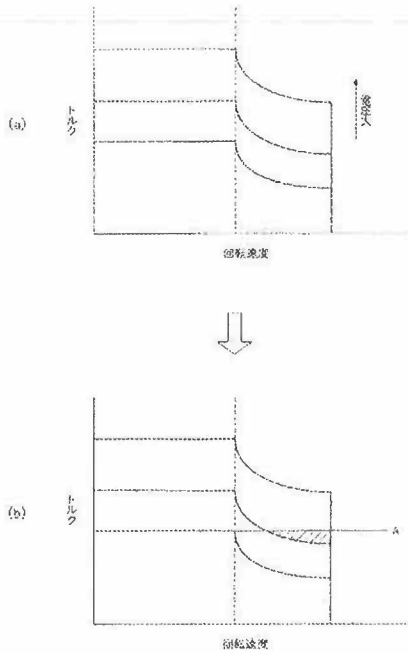
【図2】



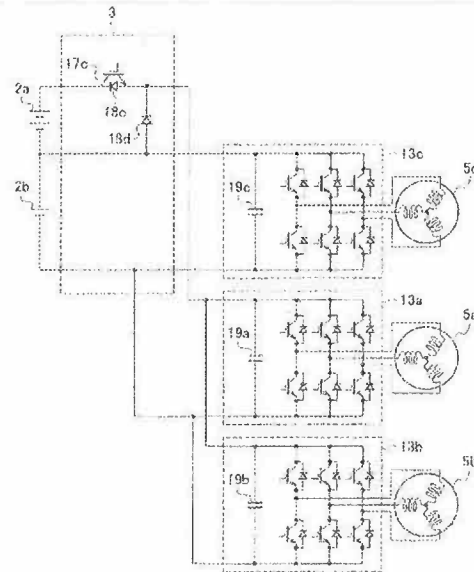
【図4】



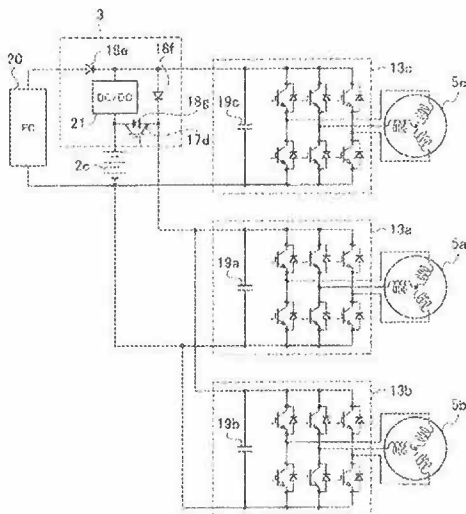
【図5】



【図6】



【図7】



(74)代理人 103098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 花村 昭宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 北島 康彦

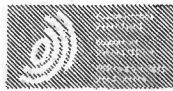
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 吉本 貴太郎

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H15 PC06 PG04 P116 P118 P129 PG06 PQ09 P017 P008 PV02

PV09 BB22 SE06 T012



Espacenet

**Bibliographic data: JP2003244801 (A) — 2003-08-29****VOLTAGE CONVERTER****Inventor(s):** KOMATSU MASAYUKI; OKI RYOJI ± (KOMATSU MASAYUKI, ; OKI RYOJI)**Applicant(s):** TOYOTA MOTOR CORP ± (TOYOTA MOTOR CORP)**Classification:** - International: B60L1/00; B60L11/18; (IPC1-7): B60L1/00; B60L11/18  
- cooperative: Y02T10/7005**Application number:** JP20020036341 20020214**Priority number (s):** JP20020036341 20020214**Also published as:** JP3879528 (B2)**Abstract of JP2003244801 (A)**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a voltage converter which can protect a DC load system from an overvoltage even if a DC power supply is cut off while a regenerative power is generated. ;**SOLUTION:** In a regenerative braking mode, an inverter 14 converts an AC voltage, generated by a motor M1 according to a PWM signal from a controller 30, into a DC voltage and supplies the DC voltage to a step-up converter 12. The step-up converter 12 steps down the DC voltage and charges a DC power supply B. The controller 30 receives a voltage V2 from a voltage sensor 11 and, if the voltage V2 is higher than a prescribed value, stops the operation of the step-up converter 12. Further, the controller 30 receives a voltage Vf, applied to a DC-DC converter 19, from a voltage sensor 18 and, if the voltage Vf is higher than a prescribed value, stops the operation of the step-up converter 12. ; Further, the controller 30 receives the voltage V1 of the DC power supply B from a voltage sensor 10 and, if the voltage V1 and the voltage V2 are not agree with each other, stops the operation of the step-up converter 12. ;**COPYRIGHT:** (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-244801

(P2003-244801A)

(43) 公開日 平成15年8月29日 (2003.8.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

B60L 1/00  
11/18

識別記号

ZHV

F I

B60L 1/00  
11/18

特許庁 (参考)

L 5H11.5  
ZHVA

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2002-36341(P2002-36341)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22) 出願日

平成14年2月14日 (2002.2.14)

(72) 発明者 小松 雅行

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 沖 良二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁護士 深見 久郎 (外5名)

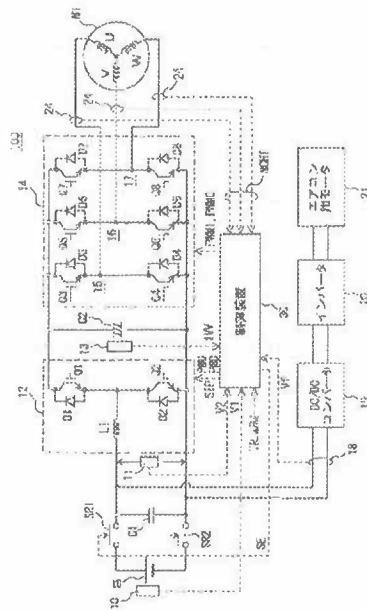
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電圧変換装置

(57) 【要約】

【課題】 回生発電時に、直流電源が切り離された場合にも直流負荷系に過電圧が印加されるのを防止する電圧変換装置を提供する。

【解決手段】 インバータ14は、回生制動時、制御装置30からのPWM信号によってモータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12へ供給し、昇圧コンバータ12は直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。制御装置30は電圧センサー11からの電圧V2を受け、電圧V2が所定値よりも高いとき昇圧コンバータ12を停止する。また、制御装置30はDC/DCコンバータ19に印加される電圧V1を電圧センサー18から受け、電圧V1が所定値よりも高いとき昇圧コンバータ12を停止する。さらに、制御装置30は直流電源Bの電圧V1を電圧センサー10から受け、電圧V1が電圧V2に不一致であるとき昇圧コンバータ12を停止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 発電装置からの電圧を変換して直流電源を充電する電圧変換器と、

前記直流電源と前記電圧変換器との間の電気系統で不具合が検出されると、前記直流電源から出力された直流電圧を用いて駆動される直流負荷の電気系統を保護するように前記電圧変換器を制御する制御装置とを備える電圧変換装置。

【請求項2】 前記直流負荷に印加される電圧を検出する電圧検出器をさらに備え、前記制御装置は、前記電圧検出器により検出された電圧が所定値以上に達したとき前記電圧変換器の動作を停止する、請求項1に記載の電圧変換装置。

【請求項3】 前記直流電源から出力される電圧を検出する電圧検出器をさらに備え、前記制御装置は、前記電圧検出器により検出された電圧が所定値以上に達したとき前記電圧変換器の動作を停止する、請求項1に記載の電圧変換装置。

【請求項4】 前記発電装置は、少なくとも1つの発電機から成る、請求項2または請求項3に記載の電圧変換装置。

【請求項5】 前記少なくとも1つの発電機の各々は、交流発電機であり、前記電圧変換装置は、前記少なくとも1つの発電機に対応して設けられ、各々が対応する交流発電機からの交流電圧を直流電圧に変換する少なくとも1つのインバータをさらに備え、

前記制御装置は、正常動作時、前記交流電圧を前記直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を前記電圧変換器へ供給するように前記少なくとも1つのインバータの各々を制御する、請求項4に記載の電圧変換装置。

【請求項6】 前記直流電源から出力される電圧を検出する第1の電圧検出器と、前記直流電源から前記電圧変換器へ直流電圧を供給する場合における前記電圧変換器の入力側の直流電圧を検出する第2の電圧検出器とをさらに備え、

前記制御装置は、前記第1の電圧検出器により検出された第1の電圧が前記第2の電圧検出器により検出された第2の電圧と異なるとき前記電圧変換器の動作を停止する、請求項1に記載の電圧変換装置。

【請求項7】 前記発電装置は、1つの発電機から成る、請求項6に記載の電圧変換装置。

【請求項8】 前記発電機は、交流発電機であり、前記電圧変換装置は、前記交流発電機からの交流電圧を直流電圧に変換するインバータをさらに備え、前記制御装置は、正常動作時、前記交流電圧を前記直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を前記電圧変換器へ供給するように前記インバータを制御する、請求項7に記載の電圧変換装置。

【請求項9】 前記発電装置は、複数の発電機から成

る、請求項6に記載の電圧変換装置。

【請求項10】 前記制御装置は、さらに、前記複数の発電機の間で電気エネルギーの収支が合うように前記複数の発電機に対応する複数の駆動装置を制御し、前記直流電源側から供給される電力により前記直流負荷を駆動するように前記直流負荷の電気系統を制御する、請求項9に記載の電圧変換装置。

【請求項11】 前記複数の発電機の各々は、交流発電機であり、前記電圧変換装置は、前記複数の発電機に対応して設けられ、各々が対応する交流発電機からの交流電圧を直流電圧に変換する複数のインバータをさらに備え、前記制御装置は、正常動作時、前記交流電圧を前記直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を前記電圧変換器へ供給するように前記複数のインバータの各々を制御する、請求項9に記載の電圧変換装置。

【請求項12】 前記発電機は、車両に対して駆動力を発生する駆動用モータである、請求項2から請求項11のいずれか1項に記載の電圧変換装置。

【請求項13】 前記直流負荷は、車載補機類である、請求項12に記載の電圧変換装置。

【請求項14】 前記直流負荷は、前記直流電源からの直流電圧を電圧変換し、その変換した直流電圧を車載の低電圧系の電気負荷に供給するもう1つの電圧変換器である、請求項12または請求項13に記載の電圧変換装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、モータによって発電された電力を変換して直流電源を充電する電圧変換装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車（Hybrid Vehicle）および電気自動車（Electric Vehicle）が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は、一部、実用化されている。

【0003】このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流に変換し、その変換した交流によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

【0004】このようなハイブリッド自動車または電気自動車は、図10に示すモータ駆動装置を搭載することが考えられている。図10を参照して、モータ駆動装置400は、直流電源Bと、システムリレーSR1、SR

2と、コンデンサCと、双方向電圧コンバータ410と、インバータ420とを備える。双方向電圧コンバータ410は、リアクトルLと、NPNトランジスタQ10、Q11と、ダイオードD10、D11とを含む。リアクトルLの一端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ10とNPNトランジスタQ11との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ10のエミッタとNPNトランジスタQ11のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ10、Q11は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ10のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ11のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタQ10、Q11のコレクタ・エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD10、D11が配置されている。

【0005】直流電源Bは、システムリレーSR1、SR2がオンされるとコンデンサCに直流電圧を供給する。コンデンサCは、直流電源Bからの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を双方向電圧コンバータ410に供給する。双方向電圧コンバータ410は、制御装置（図示せず）からの制御によりNPNトランジスタQ11がオンされる期間に応じてコンデンサCからの直流電圧を昇圧し、その昇圧した直流電圧をインバータ420へ供給する。また、双方向電圧コンバータ410は、モータMの回生発電時、制御装置からの制御によってインバータ420により変換された直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。

【0006】インバータ420は、双方向電圧コンバータ410からの直流電圧を平滑コンデンサ（図示せず）を介して受け、制御装置（図示せず）からの制御によって直流電圧を交流電圧に変換してモータMを駆動する。また、インバータ420は、モータMの回生発電時、モータMから交流電圧を受け、制御装置からの制御によって交流電圧を直流電圧に変換して双方向電圧コンバータ410に供給する。モータMは、インバータ420により駆動され、所定のトルクを発生する。また、モータMは、回生時、発電機として機能し、発電した交流電圧をインバータ420へ供給する。

【0007】DC/DCコンバータ430は、自動車に搭載される補機系に用いるためのDC/DCコンバータであり、直流電源Bからの直流電圧を降圧し、その降圧した直流電圧をハイブリッド自動車または電気自動車に搭載されたエアコン（図示せず）を駆動するインバータ（図示せず）に供給する。

【0008】モータ駆動装置400においては、直流電源Bは、システムリレーSR1、SR2がオンされると直流電圧をコンデンサCに供給し、コンデンサCは直流電圧を平滑化して双方向電圧コンバータ410およびDC/DCコンバータ430に供給する。双方向電圧コン

バータ410は、NPNトランジスタQ11がオンされている期間に応じて直流電圧を昇圧し、その昇圧した直流電圧を平滑コンデンサ（図示せず）を介してインバータ420へ供給する。インバータ420は、直流電圧を交流電圧に変換してモータMを駆動する。そして、モータMは、所定のトルクを発生する。一方、DC/DCコンバータ430は、コンデンサCからの直流電圧を降圧してエアコンを駆動するインバータに供給する。

【0009】ハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、モータMは交流電圧を発電してインバータ420に供給する。インバータ420は、モータからの交流電圧を直流電圧に変換して双方向電圧コンバータ410に供給する。双方向電圧コンバータ410は、インバータ420から受けた直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。このように、モータ駆動装置400においては、直流電源Bからの直流電圧を昇圧してモータMを駆動するとともに、回生制動時、モータMが発電した電圧により直流電源Bを充電する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のモータ駆動装置400においては、回生発電時に、システムリレーSR1、SR2の誤動作または断線により直流電源Bが切り離された場合、双方向電圧コンバータ410の直流電源側における電圧Vbが上昇し、直流負荷としてのDC/DCコンバータ430に過電圧が印加されるといふ問題がある。

【0011】この過電圧に耐え得るように直流負荷系の耐圧を高くしようとすれば、耐圧の高い部品を使用しなければならない、全体として低コスト化を実現することができない。したがって、回生発電時に、直流電源が何らかの原因により切り離された場合にも直流負荷系に過電圧が印加されないようにする必要がある。

【0012】そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、回生発電時に、直流電源が切り離された場合にも直流負荷系に過電圧が印加されるのを防止する電圧変換装置を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】この発明によれば、電圧変換装置は、発電装置からの電圧を変換して直流電源を充電する電圧変換器と、直流電源と電圧変換器との間の電気系統で不具合が検出されると、直流電源から出力された直流電圧を用いて駆動される直流負荷の電気系統を保護するように電圧変換器を制御する制御装置とを備える。

【0014】好ましくは、電圧変換装置は、直流負荷に印加される電圧を検出する電圧検出器をさらに備え、制御装置は、電圧検出器により検出された電圧が所定値以上に達したとき電圧変換器の動作を停止する。

【0015】好ましくは、電圧変換装置は、直流電源か

ら出力される電圧を検出する電圧検出器をさらに備え、制御装置は、電圧検出器により検出された電圧が所定値以上に達したとき電圧変換器の動作を停止する。

【0016】より好ましくは、発電装置は、少なくとも1つの発電機から成る。さらに好ましくは、少なくとも1つの発電機の各々は、交流発電機であり、電圧変換装置は、少なくとも1つの発電機に対して設けられ、各々が対応する交流発電機からの交流電圧を直流電圧に変換する少なくとも1つのインバータをさらに備え、制御装置は、正常動作時、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電圧変換器へ供給するように少なくとも1つのインバータの各々を制御する。

【0017】好ましくは、電圧変換装置は、直流電源から出力される電圧を検出する第1の電圧検出器と、直流電源から電圧変換器へ直流電圧を供給する場合における電圧変換器の入力側の直流電圧を検出する第2の電圧検出器とをさらに備え、制御装置は、第1の電圧検出器により検出された第1の電圧が第2の電圧検出器により検出された第2の電圧と異なるとき電圧変換器の動作を停止する。

【0018】より好ましくは、発電装置は、1つの発電機から成る。さらに好ましくは、発電機は、交流発電機であり、電圧変換装置は、交流発電機からの交流電圧を直流電圧に変換するインバータをさらに備え、制御装置は、正常動作時、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電圧変換器へ供給するようにインバータを制御する。

【0019】より好ましくは、発電装置は、複数の発電機から成る。さらに好ましくは、制御装置は、さらに、複数の発電機の間で電気エネルギーの収支が合うように複数の発電機に対応する複数の駆動装置を制御し、直流電源側から供給される電力により直流負荷を駆動するように直流負荷の電気系統を制御する。

【0020】さらに好ましくは、複数の発電機の各々は、交流発電機であり、電圧変換装置は、複数の発電機に対応して設けられ、各々が対応する交流発電機からの交流電圧を直流電圧に変換する複数のインバータをさらに備え、制御装置は、正常動作時、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧を電圧変換器へ供給するように複数のインバータの各々を制御する。

【0021】より好ましくは、発電機は、車両に対して駆動力を発生する駆動用モータである。

【0022】さらに好ましくは、直流負荷は、車載補機類である。さらに好ましくは、直流負荷は、直流電源からの直流電圧を電圧変換し、その変換した直流電圧を車載の低電圧系の電気負荷に供給するもう1つの電圧変換器である。

【0023】したがって、この発明によれば、直流電源と電圧変換器との間の電気系統に不具合が生じた場合、直流負荷の電気系統に過電圧が印加されるのを防止でき

る。その結果、この発明による電圧変換装置を搭載したハイブリッド自動車または電気自動車において、直流負荷を含む補機系を副圧が相対的に低い低コストな部品によって構成でき、ハイブリッド自動車または電気自動車の低コスト化を図ることができる。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0025】〔実施の形態1〕図1を参照して、この発明の実施の形態1による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置100は、直流電源Bと、電圧センサー10、11、13、18と、システムリレーSR1、SR2と、コンデンサC1、C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14と、電流センサー24と、制御装置30とを備える。なお、モータ駆動装置100は、1つのモータM1を駆動する装置である。そして、モータM1は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。あるいは、このモータはエンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、例えば、エンジン始動を行ない得るようなものとしてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

【0026】昇圧コンバータ12は、リアクトルL1と、NPNトランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2を含む。リアクトルL1の一端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ1とNPNトランジスタQ2との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ1のエミッタとNPNトランジスタQ2のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ1、Q2は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ1のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ2のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタQ1、Q2のコレクタエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1、D2が配置されている。

【0027】インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とから成る。U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、電源ラインとアースとの間に並列に設けられる。

【0028】U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ3、Q4から成り、V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6から成り、W相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成る。また、各NPNトランジスタQ3～Q8のコレクタエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD3～D8がそれぞれ接続されている。

【0029】各相アームの中間点は、モータM1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、モータM1は、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ3、Q4の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ5、Q6の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の中間点にそれぞれ接続されている。

【0030】直流電源Bは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。直流電源Bは、たとえば、200～300Vの範囲の直流電圧を出力する。電圧センサー10は、直流電源Bから出力される電圧V1を検出し、その検出した電圧V1を制御装置30へ出力する。システムリレーSR1、SR2は、制御装置30からの信号SEによりオンされる。コンデンサC1は、直流電源Bから供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧インバータ12およびDC/DCコンバータ19へ供給する。電圧センサー11は、昇圧コンバータ12の入力側の電圧V2を検出し、その検出した電圧V2を制御装置30へ出力する。

【0031】昇圧コンバータ12は、コンデンサC1から供給された直流電圧を昇圧してコンデンサC2へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWUを受けると、信号PWUによってNPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じて直流電圧を昇圧してコンデンサC2に供給する。この場合、NPNトランジスタQ1は、信号PWUによってオフされている。また、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWDを受けると、コンデンサC2を介してインバータ14から供給された直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。さらに、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号STPを受けると動作を停止する。

【0032】コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ14へ供給する。電圧センサー13は、コンデンサC2の両端の電圧、すなわち、インバータ14への入力電圧1VVを検出し、その検出した入力電圧1VVを制御装置30へ出力する。

【0033】インバータ14は、コンデンサC2から直流電圧が供給されると制御装置30からの信号PWMIに基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータM1を駆動する。これにより、モータM1は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ14は、モータ駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、モータM1が発電した交流電圧を制御装置30からの信号PWMCに基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気自動車を運転するドライ

バーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセスペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

【0034】電圧センサー18は、直流電源BからDC/DCコンバータ19に印加される電圧Vfを検出し、その検出した電圧Vfを制御装置30へ出力する。

【0035】電流センサー24は、モータM1に流れるモータ電流MCRTを検出し、その検出したモータ電流MCRTを制御装置30へ出力する。

【0036】制御装置30は、外部に設けられたECU（Electrical Control Unit）から入力されたトルク指令値TRおよびモータ回転数RN、電圧センサー10からの電圧V1、電圧センサー13からの入力電圧1VV、および電流センサー24からのモータ電流MCRTに基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ12を駆動するための信号PWMIとインバータ14を駆動するための信号PWMUとを生成し、その生成した信号PWMUおよび信号PWMIをそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。

【0037】また、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。この場合、インバータ14のNPNトランジスタQ4、Q6、Q8は信号PWMCによってスイッチング制御される。すなわち、モータM1のU相で発電されるときNPNトランジスタQ6、Q8がオンされ、V相で発電されるときNPNトランジスタQ4、Q8がオンされ、W相で発電されるときNPNトランジスタQ4、Q6がオンされる。これにより、インバータ14は、モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0038】さらに、制御装置30は、電圧センサー11からの電圧V2（または電圧センサー18からの電圧Vf）を受け、その受けた電圧V2（または電圧Vf）が所定値よりも高いか否かを判定する。そして、制御装置30は、電圧V2（または電圧Vf）が所定値よりも高いと判定したとき昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されていると判定し、昇圧コンバータ12を停止するための信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。この場合、制御装置30は、電圧センサー10から受けた電圧V1と電圧センサー11から受けた電圧V2とが一致するか否かを判定し、電圧V1と電圧V2とが不一致であるとき信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力するようにしてもよい。電圧V1が電圧V2に不一致であるとき、システムリレーSR1、

SR2の誤動作または断線により直流電源Bが切り離されたことを意味する。

【0039】したがって、この実施の形態1においては、昇圧コンバータ12の入力側に印加される電圧V2（または電圧Vf）が過電圧になった場合、または直流電源Bが何らかの原因により切り離された場合、昇圧コンバータ12を停止させることを特徴とする。

【0040】さらに、制御装置30は、システムリレーSR1、SR2をオンするための信号SEを生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。

【0041】DC/DCコンバータ19は、直流電源Bからの直流電圧を降圧してインバータ20へ供給する。インバータ20は、DC/DCコンバータ19からの直流電圧を交流電圧に変換してエアコン用モータ21を駆動する。エアコン用モータ21は、エアコンのコンプレッサを駆動する。なお、DC/DCコンバータ19、インバータ20、およびエアコン用モータ21は、ハイブリッド自動車または電気自動車に搭載される補機を構成する。また、DC/DCコンバータ19は、補機に設けられた直流負荷を構成する。

【0042】モータ駆動装置100においては、コンデンサC2は、最大500V程度で駆動されるため、昇圧コンバータ12の出力側であるコンデンサC2およびインバータ14の電気系統は、750～900Vの範囲に耐圧を有する部品により構成される。

【0043】一方、DC/DCコンバータ19、インバータ20およびエアコン用モータ21の補機系は、400V程度の部品により構成される。

【0044】図2は、制御装置30の機能ブロック図である。図2を参照して、制御装置30は、モータトルク制御手段301と、電圧変換制御手段302を含む。モータトルク制御手段301は、トルク指令値TR、直流電源Bの出力電圧V1、モータ電流MCRT、モータ回転数MRNおよびインバータ入力電圧1VVに基づいて、モータM1の駆動時、後述する方法により昇圧コンバータ12のNPNTランジスタQ1、Q2をオン/オフするための信号PWUと、インバータ14のNPNTランジスタQ3～Q8をオン/オフするための信号PWM1とを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWM1をそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。

【0045】電圧変換制御手段302は、電圧センサー11からの電圧V2（または電圧センサー18からの電圧Vf）を受け、電圧V2（または電圧Vf）が所定値よりも高いとき昇圧コンバータ12を停止するための信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。また、電圧変換制御手段302は、さらに、電圧センサー10からの電圧V1を受け、電圧V1が電圧V2と異なるとき信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。さらに、電圧変換制御手段302は、再生制動

時、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。このように、昇圧コンバータ12は、直流電圧を降圧するための信号PWDにより電圧を降下させることもできるので、双方向コンバータの機能を有するものである。さらに、電圧変換制御手段302は、再生制動時、モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。

【0046】図3は、モータトルク制御手段301の機能ブロック図である。図3を参照して、モータトルク制御手段301は、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42と、インバータ入力電圧指令演算部50と、コンバータ用デューティ比演算部52と、コンバータ用PWM信号変換部54を含む。

【0047】モータ制御用相電圧演算部40は、インバータ14への入力電圧1VVを電圧センサー13から受け、モータM1の各相に流れるモータ電流MCRTを電流センサー24から受け、トルク指令値TRを外部ECUから受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、これらの入力される信号に基づいて、モータM1の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ供給する。インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から受けた計算結果に基づいて、実際にインバータ14の各NPNTランジスタQ3～Q8をオン/オフする信号PWM1を生成し、その生成した信号PWM1をインバータ14の各NPNTランジスタQ3～Q8へ供給する。

【0048】これにより、各NPNTランジスタQ3～Q8は、スイッチング制御され、モータM1が指令されたトルクを出すようにモータM1の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値TRに応じたモータトルクが出力される。

【0049】一方、インバータ入力電圧指令演算部50は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）を演算し、その演算した最適値をコンバータ用デューティ比演算部52へ出力する。コンバータ用デューティ比演算部52は、インバータ入力電圧指令演算部50からのインバータ入力電圧の最適値と、電圧センサー13からのインバータ入力電圧1VVと、電圧センサー10からの電圧V1とに基づいて、電圧センサー13からのインバータ入力電圧1VVを、インバータ入力電圧指令演算部50からのインバータ入力電圧の最適値に設定するためのデューティ比を演算し、その演算したデューティ比をコンバータ用PWM信号変換部54へ出力する。コンバータ用PWM信号変換部54は、コンバータ用デューティ比演算部52からのデューティ比に基づいて昇

圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をオン/オフするための信号PWUを生成し、その生成した信号PWUを昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2へ出力する。

【0050】なお、昇圧コンバータ12の下側のNPNトランジスタQ2のオンデューティを大きくすることによりリアクトルL1における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側のNPNトランジスタQ1のオンデューティを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPNトランジスタQ1、Q2のデューティ比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源Bの出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

【0051】このようにして、制御装置30のモータトルク制御手段301は、外部のECUから入力されたトルク指令値TRのトルクをモータM1が発生するように昇圧コンバータ12およびインバータ14を制御する。これにより、モータM1は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生する。

【0052】図4を参照して、モータ駆動装置100における動作について説明する。動作が開始されると、電圧センサー11は、昇圧コンバータ12の入力電圧V2を検出し（ステップS1）、その検出した電圧V2を制御装置30へ出力する。そして、制御装置30の電圧変換制御手段302は、電圧センサー11からの電圧V2を受け、その受けた電圧V2が所定値よりも高いか否かを判定する（ステップS2）。この所定値は、直流電源Bが出力する電圧をV0とすれば、 $\text{所定値} = V0 + \alpha$ によって決定される。そして、 $\alpha$ は、電圧V0に $\alpha$ を加えることにより直流電源Bが出力する可能性のない電圧となるように決定される。つまり、所定値は、直流電源Bが出力する可能性のない電圧に設定される。したがって、たとえば、直流電源Bから出力される電圧が変動する場合、その変動する電圧の最大値に $\alpha$ を加えることにより所定値が決定される。

【0053】ステップS2において、電圧V2が所定値よりも高いと判定されたとき、電圧変換制御手段302は、昇圧コンバータ12を停止するための信号STPを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2へ出力する。そして、NPNトランジスタQ1、Q2は、信号STPによって停止され、昇圧コンバータ12は停止する（ステップS3）。電圧V2が所定値よりも高いとき、電圧変換制御手段302は、昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されていると判定し、昇圧コンバータ12を停止してコンデンサC1およびDC/DCコンバータ19に閉圧以上の過電圧が印加されるのを防止することにしたものである。

【0054】昇圧コンバータ12が停止されると、直流電源BからコンデンサC1を介してDC/DCコンバータ19（直流負荷）に直流電圧が供給される（ステップ

S4）。そして、DC/DCコンバータ19は、供給された直流電圧を降圧してインバータ20に供給し、インバータ20は、直流電圧を交流電圧に変換してエアコン用モータ21を駆動する。

【0055】このように、昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されていると判定されたとき、昇圧コンバータ12の動作を停止して過電圧の原因を除去した上で、DC/DCコンバータ19、インバータ20およびエアコン用モータ21から成る補償系の駆動を続行する。そして、一連の動作は終了する（ステップS5）。

【0056】一方、ステップS2において、電圧V2が所定値以下であるとき、電圧変換制御手段302は、ハイブリッド自動車または電気自動車に回生制動時であるか否かを示す信号KRを外部ECUから受け、その受けた信号KRに基づいて回生制動時か否かを判定する（ステップS6）。そして、電圧変換制御手段302は、回生制動時であると判定すると、モータM1からの交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力し、モータM1からの交流電圧を直流電圧に変換するようにインバータ14を制御する（ステップS7）。そうすると、インバータ14のNPNトランジスタQ4、Q6、Q8は、上述したように信号PWMCによってスイッチング制御され、インバータ14はモータM1からの交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0057】また、電圧変換制御手段302は、信号PWDを生成して昇圧コンバータ12へ出力し、インバータ14からの直流電圧を降圧して直流電源Bを充電するように昇圧コンバータ12を制御する（ステップS8）。そうすると、昇圧コンバータ12において、NPNトランジスタQ1がオンされ、NPNトランジスタQ2がオフされてインバータ14からの直流電圧が降圧されて直流電源Bが充電される（ステップS9）。その後、ステップS2へ戻る。

【0058】ステップS6において、回生制動時ではないと判定されると、モータトルク制御手段301は、外部ECUから入力されたトルク指令値TR、モータ回転数MRN、電圧センサー10からの直流電源Bの出力電圧V1、電圧センサー13からの入力電圧1VV、および電流センサー24からのモータ電流MCRTに基づいて、上述したように信号PWUおよび信号PWMIを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWMIをそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力し、モータM1がトルク指令値TRによって指定されたトルクを出力するようにモータM1を駆動するインバータ14を制御する（ステップS10）。そして、その後、ステップS2に戻り、上述した各動作が行なわれる。

【0059】図4に示すフローチャートにおいては、ステップS3、S4によって示される動作は、昇圧コンバ

ータ12の入力側に過電圧が印加された場合に、過電圧の原因を除去して補機系を継続して駆動する動作であり、ステップS7～S9によって示される動作は、回生制動時にモータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換して直流電源Bを充電する動作であり、ステップS10によって示される動作は、モータM1がトルクを発生する動作である。

【0060】また、図4に示すフローチャートにおいて、回生制動時か否かの判定（ステップS6）よりも昇圧コンバータ12の入力側の電圧V2が所定値よりも高いか否かの判定（ステップS2）を先に行なうと説明したが、回生制動時か否かの判定をした後に、電圧V2が所定値よりも高いか否かの判定をしてもよい。その場合、回生制動時であると判定された場合および回生制動時ではないと判定された場合の両方において電圧V2が所定値よりも高いか否かが判定される。

【0061】モータ駆動装置100における動作は、図4に示すフローチャートに限らず、図5に示すフローチャートに従って行なわれてもよい。図5に示すフローチャートは、図4に示すフローチャートのステップS1、S2をそれぞれステップS20、S21に代えたものであり、その他は図4に示すフローチャートと同じである。

【0062】図5を参照して、動作が開始されると、電圧センサー18は、直流負荷（DC/DCコンバータ19）に印加される電圧Vfを検出し（ステップS20）、その検出した電圧Vfを制御装置30へ出力する。そして、制御装置30の電圧変換制御手段302は、電圧センサー18からの電圧Vfが所定値よりも高いか否かを判定する（ステップS21）。電圧Vfが所定値よりも高いと判定されたときステップS3へ移行し、電圧Vfが所定値以下であると判定されたときステップS6へ移行する。その後の各動作は図4において説明したとおりである。

【0063】図5に示すフローチャートにおいて、回生制動時か否かの判定（ステップS6）よりも直流負荷に印加される電圧Vfが所定値よりも高いか否かの判定（ステップS21）を先に行なうと説明したが、回生制動時か否かの判定をした後に、電圧Vfが所定値よりも高いか否かの判定をしてもよい。その場合、回生制動時であると判定された場合および回生制動時ではないと判定された場合の両方において電圧Vfが所定値よりも高いか否かが判定される。

【0064】図5に示すフローチャートは、直流負荷（DC/DCコンバータ19）に印加される電圧Vfが所定値よりも高いとき直流負荷に過電圧が印加されたと判定し、過電圧の原因を除去すべく昇圧コンバータ12を停止するものである。したがって、ステップS21における所定値は、直流負荷系の耐圧を基準にして上述した方法によって決定される。

【0065】さらに、モータ駆動装置100における動作は、図6に示すフローチャートに従って行なわれてもよい。図6に示すフローチャートは、図4に示すフローチャートのステップS1、2をステップS30～S32に代えたものであり、その他は図4に示すフローチャートと同じである。

【0066】図6を参照して、動作が開始されると、電圧センサー10は直流電源Bから出力される電圧V1を検出し（ステップS30）、その検出した電圧V1を制御装置30へ出力する。そして、電圧センサー11は、昇圧コンバータ12の入力側における電圧V2を検出し（ステップS31）、その検出した電圧V2を制御装置30へ出力する。

【0067】そうすると、制御装置30の電圧変換制御手段302は、電圧センサー10からの電圧V1が電圧センサー11からの電圧V2と一致するか否かを判定する（ステップS32）。電圧V1が電圧V2に一致するときステップS3へ移行し、電圧V1が電圧V2に不一致であるときステップS6へ移行する。その後の各動作は図4において説明したとおりである。

【0068】図6に示すフローチャートにおいて、回生制動時か否かの判定（ステップS6）よりも電圧V1が電圧V2に一致するか否かの判定（ステップS32）を先に行なうと説明したが、回生制動時か否かの判定をした後に、電圧V1が電圧V2に一致するか否かの判定をしてもよい。その場合、回生制動時であると判定された場合および回生制動時ではないと判定された場合の両方において電圧V1が電圧V2に一致するか否かが判定される。

【0069】図6に示すフローチャートは、直流電源Bから出力される電圧V1が昇圧コンバータ12の入力側における電圧V2に一致するか否かを判定し、両電圧が不一致であるとき昇圧コンバータ12を停止するものである。電圧V1が電圧V2に不一致であることは、システムリレーSR1、SR2の誤動作または断線により直流電源BがコンデンサC1、昇圧コンバータ13およびDC/DCコンバータ19と切り離されたことを意味するので、直流電源Bが切り離された状態で回生制動を行なうと昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されるので、これを防止するために、直流電源Bが切り離されたことが検出されると、過電圧の原因を除去すべく昇圧コンバータ12を停止することにしたものである。なお、この場合、制御装置30がインバータ14を特別に制御することはない。

【0070】上述したように、この発明においては、電圧変換制御手段302は、昇圧コンバータ12の入力電圧V2が所定値よりも高いか否か、または直流負荷に印加される電圧Vfが所定値よりも高いか否かにより、昇圧コンバータ12の低圧側に過電圧が印加されか否かを判定し、過電圧が印加されたと判定したとき昇圧コンバ

ータ12を停止する。また、この発明においては、電圧変換制御手段302は、直流電源Bの出力電圧V1が昇圧コンバータ12の入力電圧V2と一致するか否かにより直流電源Bが切り離されたか否かを検出し、直流電源Bが切り離されたとき昇圧コンバータ12を停止する。

【0071】したがって、この発明においては、昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されたとき、または直流電源Bが切り離されたとき、昇圧コンバータ12の入力側に不具合が生じたとき昇圧コンバータ12を停止することを特徴とする。すなわち、昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されること、または直流電源Bが切り離されることは、直流電源と電圧変換器（昇圧コンバータ12）との間の電気系統に不具合が生じることと相当し、昇圧コンバータ12を停止することは、直流負荷の電気系統を保護するように電圧変換装置（昇圧コンバータ12）を制御することに相当する。

【0072】また、この発明においては、モータが1個の場合に、直流電源と電圧変換器（昇圧コンバータ12）との間の電気系統に不具合が生じたとき昇圧コンバータ12を停止することを特徴とする。

【0073】電圧センサー11からの電圧V2を用いて昇圧コンバータ12の入力側における過電圧を検出するとき、電圧センサー11、昇圧コンバータ12、インバータ14および電圧変換制御手段302は「電圧変換装置」を構成する。

【0074】また、電圧センサー18からの電圧V1を用いて直流負荷における過電圧を検出するとき、昇圧コンバータ12、インバータ14、電圧センサー18および電圧変換制御手段302は「電圧変換装置」を構成する。

【0075】さらに、電圧センサー10からの電圧V1および電圧センサー11からの電圧V2を用いて直流電源Bの切り離しを検出するとき、電圧センサー10、11、昇圧コンバータ12、インバータ14および電圧変換制御手段302は「電圧変換装置」を構成する。

【0076】上記においては、電圧センサー10からの電圧V1が電圧センサー11からの電圧V2と不一致であるとき直流電源Bが切り離されたことを検出すると説明したが、この発明においては電圧変換装置の外部に設けられたECUによって直流電源Bの切り離しを検出してもよい。この場合、制御装置30は、直流電源Bの切り離しを検出した検出信号を外部ECUから受け、その検出信号に応じて昇圧コンバータ12を停止する信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0077】また、上記においては、モータM1により発電すると説明したが、この発明によれば、一般的には交流発電機であればよい。

【0078】さらに、上記においては、直流電源Bに接続される直流負荷の電気系統は、DC/DCコンバータ19、インバータ20およびエアコン用モータ21から

成るとして説明したが、この発明においては、一般的にはハイブリッド自動車または電気自動車に搭載される補機類であればよい。

【0079】実施の形態1によれば、電圧変換装置は、直流電源と昇圧コンバータとの間の電気系統で不具合が生じた場合、動作を停止するように昇圧コンバータを制御する電圧変換制御手段を備えるので、昇圧コンバータの入力側に過電圧が印加されるのを防止できる。

【0080】〔実施の形態2〕図7を参照して、実施の形態2による電圧変換装置を備えるモータ駆動装置200は、直流電源Bと、電圧センサー10、11、13、18と、システムリレーSR1、SR2と、コンデンサC1、C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14、31と、電流センサー24、28と、制御装置300とを備える。なお、モータ駆動装置200は、2個のモータM1、M2を駆動する装置である。そして、モータM1、M2のうち、一方のモータM1はハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するモータであり、他方のモータM2は、ハイブリッド自動車の場合、発電機または補機系のモータ等であり、電気自動車の場合、補機系のモータ等である。

【0081】直流電源B、電圧センサー10、11、13、18、システムリレーSR1、SR2、コンデンサC1、C2、昇圧コンバータ12、インバータ14および電流センサー24については、実施の形態1において説明したとおりである。なお、コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの直流電圧をノードN1、N2を介して受け、その受けた直流電圧を平滑化してインバータ14のみならずインバータ31にも供給する。また、電流センサー24は、モータ電流MCRT1を検出して制御装置300へ出力する。さらに、インバータ14は、制御装置300からの信号PWM11に基づいてコンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換してモータM1を駆動し、信号PWMC1に基づいてモータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。

【0082】インバータ31は、インバータ14と同じ構成から成る。そして、インバータ31は、制御装置300からの信号PWM12に基づいて、コンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換してモータM2を駆動し、信号PWMC2に基づいてモータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換する。電流センサー28は、モータM2の各相に流れるモータ電流MCRT2を検出して制御装置300へ出力する。

【0083】制御装置300は、直流電源Bからの出力電圧V1を電圧センサー10から受け、昇圧コンバータ12の入力側の電圧V2を電圧センサー11から受け、モータ電流MCRT1、MCRT2をそれぞれ電流センサー24、28から受け、インバータ14、31への入力電圧VVを電圧センサー13から受け、トルク指令値TR1、TR2およびモータ回転数MRN1、MRN

2を外部ECUから受ける。そして、制御装置300は、電圧V1、入力電圧IVV、モータ電流MCRT1、トルク指令値TR1およびモータ回転数MRN1に基づいて、上述した方法によりインバータ14がモータM1を駆動するときにインバータ14のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をインバータ14へ出力する。また、制御装置300は、電圧V1、入力電圧IVV、モータ電流MCRT2、トルク指令値TR2およびモータ回転数MRN2に基づいて、上述した方法によりインバータ31がモータM2を駆動するときにインバータ31のNPNトランジスタQ3～Q8をスイッチング制御するための信号PWM12を生成し、その生成した信号PWM12をインバータ31へ出力する。さらに、制御装置300は、インバータ14または31がモータM1またはM2を駆動するとき、電圧V1、入力電圧IVV、モータ電流MCRT1（またはMCRT2）、トルク指令値TR1（またはTR2）およびモータ回転数MRN1（またはMRN2）に基づいて、上述した方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1、Q2をスイッチング制御するための信号PWUを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0084】さらに、制御装置300は、電圧センサー11からの電圧V2または電圧センサー18からの電圧Vfに基づいて上述した方法により昇圧コンバータ12の入力側に過電圧が印加されたかを判定し、過電圧が印加されたとき昇圧コンバータ12を停止する信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。この場合、制御装置300は、電圧V1、V2に基づいて、上述した方法により直流電源Bが切り離されたかを判定し、直流電源Bが切り離されたとき昇圧コンバータ12を停止するための信号STPを生成して昇圧コンバータ12へ出力してもよい。

【0085】さらに、制御装置300は、回生制動時にモータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMC1、またはモータM2が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMC2を生成し、その生成した信号PWMC1または信号PWMC2をそれぞれインバータ14またはインバータ31へ出力する。この場合、制御装置300は、インバータ14または31からの直流電圧を降圧して直流電源Bを充電するように昇圧コンバータ12を制御する信号PWDを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0086】さらに、制御装置300は、システムリレーSR1、SR2をオンするための信号SEを生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。

【0087】図8は、制御装置300の機能ブロック図である。制御装置300は、電圧変換制御手段302と、モータトルク制御手段303とを含む。電圧変換制御手段302は、実施の形態1において説明した機能に

加え、昇圧コンバータ12の入力側における過電圧または直流電源Bの切り離しを検出して信号STPを生成したとき、その信号STPを昇圧コンバータ12のみならず、モータトルク制御手段303へも出力する機能を備える。なお、電圧変換制御手段302は、回生制動時、2つの信号PWMC1、2を生成してそれぞれインバータ14、31へ出力する。

【0088】モータトルク制御手段303は、実施の形態1におけるモータトルク制御手段301が備える機能に加え、電圧変換制御手段302から信号STPを受けると昇圧コンバータ12の出力側に保持されている電気エネルギーの収支が合うように、すなわち、モータM1とモータM2との間で収支が合うようにモータM1、M2を駆動するための信号を生成してインバータ14、31へ出力する。この場合も、インバータ14、31に含まれるNPNトランジスタQ3～Q8はスイッチング制御されるので、モータトルク制御手段303は、モータM1とモータM2との間で収支が合うようにモータM1、M2を駆動するための信号を信号PWM11、2としてそれぞれインバータ14、31へ出力する。そうすると、インバータ14は信号PWM11によってモータM1を駆動し、インバータ31は信号PWM12によってモータM2を駆動し、モータM1、M2は相互間で電気エネルギーの収支が合うように駆動される。

【0089】次に、モータ駆動装置200における動作について説明する。モータ駆動装置200においては、昇圧コンバータ12の入力側で過電圧が検出されると昇圧コンバータ12を停止する。したがって、この場合のモータ駆動装置200における動作は図4または図5に示すフローチャートに従って行なわれる。

【0090】モータ駆動装置200における動作は、図9に示すフローチャートに従って行なわれてもよい。図9に示すフローチャートは、図6に示すフローチャートにステップS33を追加したものであり、その他は図6に示すフローチャートと同じである。

【0091】図9を参照して、昇圧コンバータ12が停止されると（ステップS3）、複数のモータ間、すなわち、モータM1とモータM2との間で電気エネルギーの収支が合うようにモータM1、M2を運転する（ステップS33）。そして、上述したステップS4へ移行する。

【0092】ステップS33におけるモータM1、M2の運転の態様には各種の態様が考えられるが、代表的な態様としては

(1) 昇圧コンバータが停止されたときにコンデンサC2に蓄積された電力によりモータM1、M2を運転する、(2) モータM1、M2のいずれか一方で回生発電を行ない、その発電された電力でコンデンサC2を充電して他方のモータを運転する、が考えられる。

【0093】上記(1)の態様では、モータトルク制御

手段303は、上述した方法により信号PWM11、2を生成してそれぞれインバータ14、31へ出力する。そして、インバータ14は、信号PWM11に基づいてコンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換してモータM1を駆動し、インバータ31は、信号PWM12に基づいてコンデンサC2からの直流電圧を交流電圧に変換してモータM2を駆動する。そして、コンデンサC2に蓄積された電力が零になればモータM1、M2の運転は停止する。

【0094】上記(2)の態様では、モータトルク制御手段303は、上述した方法により信号PWM11および信号PWM2、または信号PWM1および信号PWM12を生成してインバータ14、31へ出力する。そして、モータトルク制御手段303が信号PWM11および信号PWM2を出力したとき、インバータ31は、モータM2が発電した交流電圧を信号PWM2によって直流電圧に変換してコンデンサC2を充電し、インバータ14は、コンデンサC2からの直流電圧を信号PWM11によって交流電圧に変換してモータM1を駆動する。

【0095】また、モータトルク制御手段303が信号PWM1および信号PWM2を出力したとき、インバータ14は、モータM1が発電した交流電圧を信号PWM1によって直流電圧に変換してコンデンサC2を充電し、インバータ31は、コンデンサC2からの直流電圧を信号PWM2によって交流電圧に変換してモータM2を駆動する。

【0096】このようにして、直流電源Bの切り離しに起因して昇圧コンバータ12が停止されたとき、モータM1、M2間で電気エネルギーの収支が合うようにモータM1、M2が運転される。

【0097】その他については、実施の形態1と同じである。上記においては、モータが2個の場合について説明したが、この発明においては、モータは3個以上の場合であってもよい。その場合、追加されるモータの数に応じて、モータと、そのモータを駆動するインバータとの組合わせが図7のノードN1、N2に接続される。すなわち、ノードN1、N2に対してモータとインバータとの複数の組合わせが並列に接続される。

【0098】実施の形態2においては、2個以上のモータを駆動するモータ駆動装置において、昇圧コンバータの入力側で過電圧が検出されると、実施の形態1と同じように昇圧コンバータを停止することを特徴とする。

【0099】また、実施の形態2においては、2個以上のモータを駆動するモータ駆動装置において、直流電源が切り離されたとき、昇圧コンバータを停止するとともに複数のモータ間で電気エネルギーの収支が合うように

複数のモータを運転することを特徴とする。

【0100】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1におけるモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示す制御装置の機能ブロック図である。

【図3】 図2に示すモータトルク制御手段の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図4】 図1に示すモータ駆動装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】 図1に示すモータ駆動装置の動作を説明するための他のフローチャートである。

【図6】 図1に示すモータ駆動装置の動作を説明するためのさらに他のフローチャートである。

【図7】 実施の形態2におけるモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【図8】 図7に示す制御装置の機能ブロック図である。

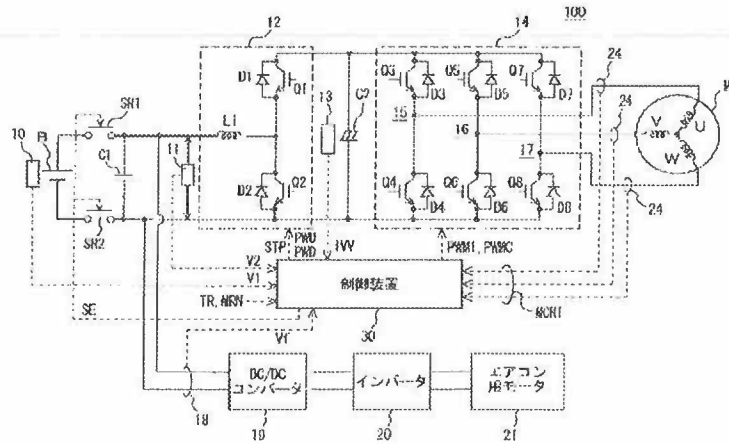
【図9】 図7に示すモータ駆動装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図10】 従来のモータ駆動装置の概略ブロック図である。

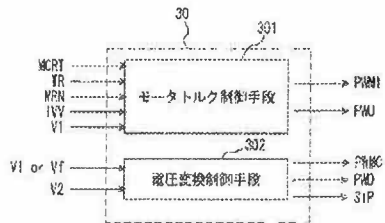
【符号の説明】

10、11、13、18 電圧センサー、12 昇圧コンバータ、14、20、31、420 インバータ、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、19、430 DC/DCコンバータ、21 エアコン用モータ、24、28 電流センサー、30、300 制御装置、40 モータ制御用相電圧演算部、42 インバータ用PWM信号変換部、50 インバータ入力電圧指令演算部、52 コンバータ用デューティ比演算部、54 コンバータ用PWM信号変換部、100、200、400 モータ駆動装置、301、303 モータトルク制御手段、302 電圧変換制御手段、410 双方向電圧コンバータ、B 直流電源、C、C1、C2 コンデンサ、Q1～Q8、Q10、Q11N PNPトランジスタ、D1～D8、D10、D11 ダイオード、L、L1 リアクトル、M、M1、M2 モータ、SR1、SR2 システムリレー、N1、N2 ノード。

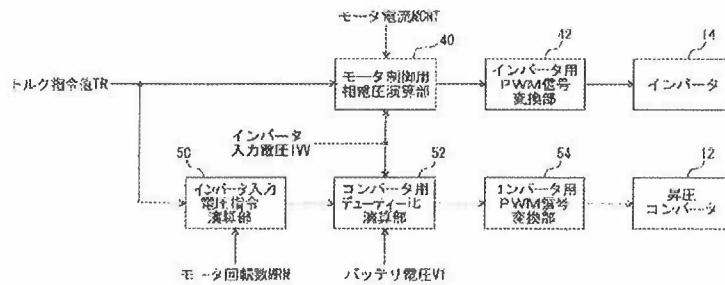
【図1】



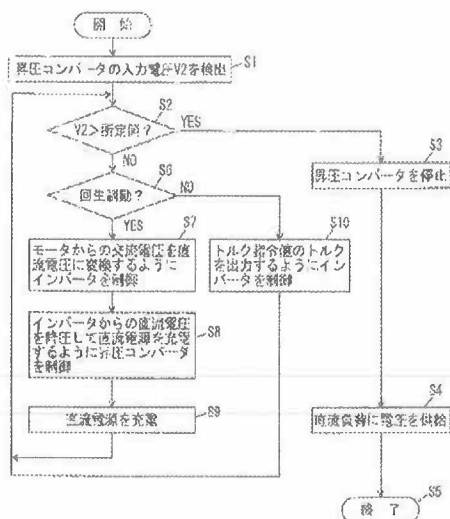
【図2】



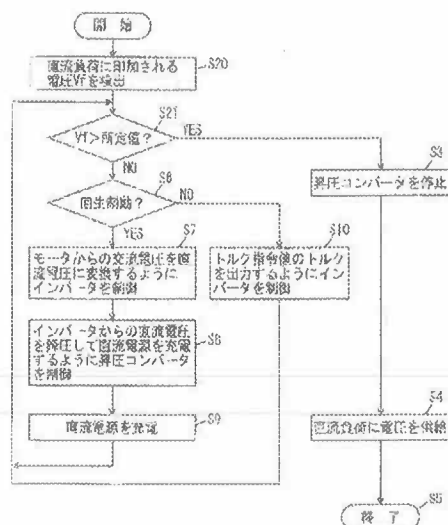
【図3】



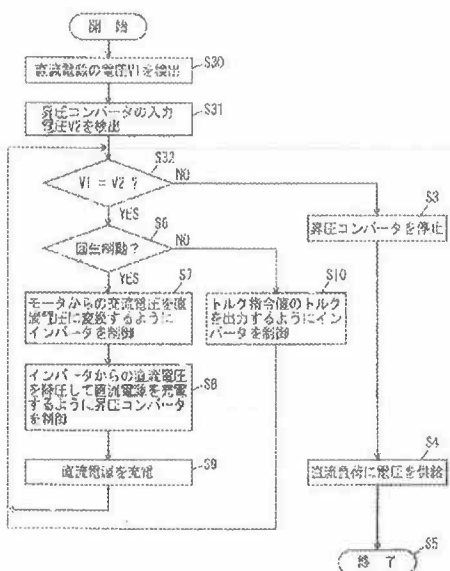
【図4】



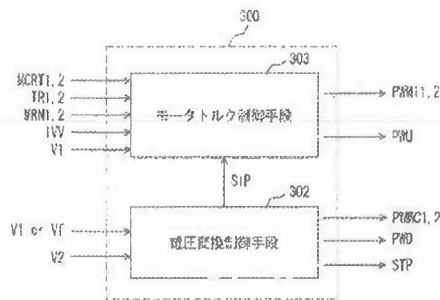
【図5】



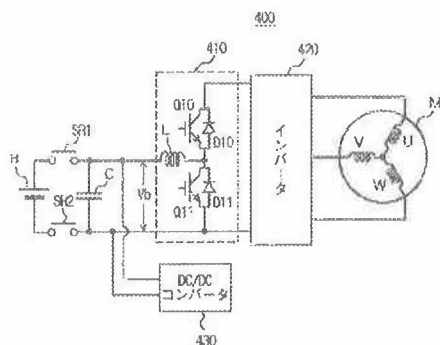
【図6】



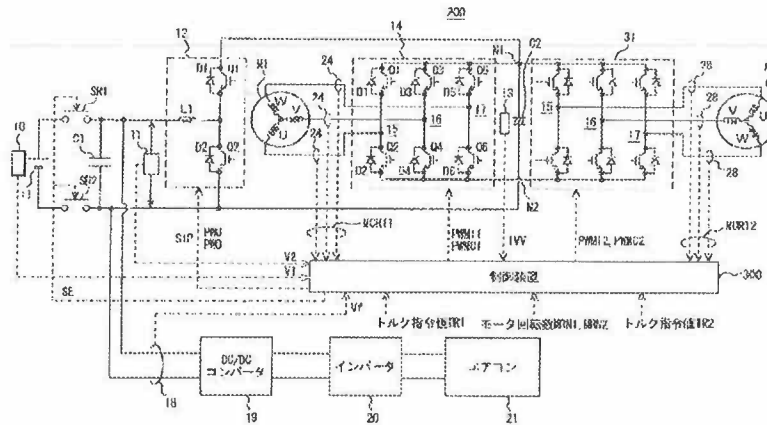
【図8】



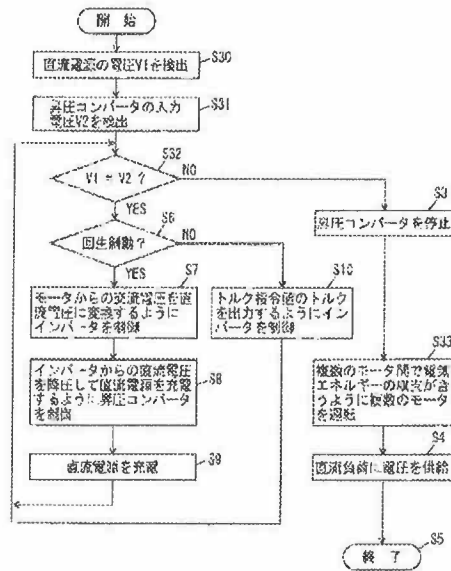
【図10】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

リターム(参考) 5H115 PC06 PG04 P116 PG02 PU10  
 PV02 PV10 PV23 QA01 Q104  
 RB22 T012 T013 TU05



Espacenet

**Bibliographic data: JP2006230071 (A) — 2006-08-31****POWER SUPPLY SYSTEM FOR VEHICLE AND VEHICLE THEREFOR**

**Inventor(s):** KUZE YUJI ± (KUZE YUJI)  
**Applicant(s):** TOYOTA MOTOR CORP ± (TOYOTA MOTOR CORP)  
**Classification:** - **international:** B60L50/16  
- **cooperative:** Y02T10/7077; Y02T10/7216  
**Application number:** JP20050039133 20050216 Global Dossier  
**Priority number(s):** JP20050039133 20050216

**Abstract of JP2006230071 (A)**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power supply system for vehicle and a vehicle therefor, capable of making effective use of regenerative power produced by a high-voltage type auxiliary machine equipped with an electric motor without causing heat generation in a unit. ;SOLUTION: This power supply system includes a first DC/DC converter 34 which steps down an output power from a high-voltage battery 14 to a predetermined output voltage and supplies electric power to the high-voltage type auxiliary machine 20 with an electric motor, and a second DC/DC converter 36 which steps down regenerative power produced by the electric motor of the high-voltage type auxiliary machine 20 to a predetermined output voltage and supplies electric power to a low-voltage battery 18 as a charging power. The regenerative power produced by the high-voltage type auxiliary machine 20 is controlled by a controller 32 so that power supply may be performed to the low-voltage battery 18 through the second DC/DC converter 36. ;COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIP

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-230071

(P2006-230071A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.

F1

テーマコード(参考)

B60L 11/14 (2006.01)

B60L 11/14 ZHV

5H115

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2005-39133 (P2005-39133)  
(22) 出願日 平成17年2月16日(2005.2.16)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(74) 代理人 100075258  
弁理士 吉田 研二  
(74) 代理人 100096976  
弁理士 石田 純  
(72) 発明者 久世 祐司  
愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機内  
Fターム(参考) 5H115 PA12 PG04 P116 P124 P129  
P130 P002 P006 P009 P017  
P008 P011 PV02 PV09 QA10  
QE10 Q104 SE04 SE05 T105  
T013

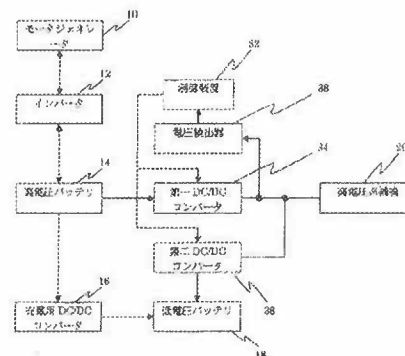
(54) 【発明の名称】 車両用電力供給装置及び車両

(57) 【要約】

【課題】 電動モータを有する高電圧系補機で発生した回生電力を、ユニットの発熱に起因させることなく、有効活用させる車両用電力供給装置及び車両を提供する。

【解決手段】 高電圧バッテリー14からの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機20に電力供給する第一DC/DCコンバータ34と、高電圧系補機20における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリー18に充電電力として電力供給する第二DC/DCコンバータ36と、を備える。そして、高電圧系補機20で発生した回生電力を、第二DC/DCコンバータ36を介して低電圧バッテリー18に電力供給するよう、制御手段32が制御する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

高電圧バッテリーからの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機に電力供給する第一のコンバータと、

高電圧系補機における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリーに充電電力として電力供給する第二のコンバータと、

高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出して第二のコンバータを起動させる制御を行う制御手段と、

を有することを特徴とする車両用電力供給装置。

## 【請求項2】

高電圧バッテリーからの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機に電力供給する第一のコンバータと、

高電圧系補機における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリーに充電電力として電力供給する第二のコンバータと、

前記高電圧系補機と前記第二のコンバータとの電気的接続のオンオフを行うスイッチと、

高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出して前記スイッチをオンにする制御を行う制御手段と、

を有することを特徴とする車両用電力供給装置。

## 【請求項3】

請求項1又は2に記載の車両用電力供給装置において、

前記第一のコンバータの出力電圧を検出する検出手段を備え、

前記制御手段は、前記検出手段で検出された出力電圧と前記第一のコンバータにおける所定の出力電圧とに基づいて高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出し、制御動作を行う

ことを特徴とする車両用電力供給装置。

## 【請求項4】

高電圧バッテリーからの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機に電力供給する第一のコンバータと、

高電圧系補機における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリーに充電電力として電力供給する第二のコンバータと、

高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出して第二のコンバータを起動させる制御を行う制御手段と、

を有することを特徴とする車両。

## 【請求項5】

高電圧バッテリーからの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機に電力供給する第一のコンバータと、

高電圧系補機における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリーに充電電力として電力供給する第二のコンバータと、

前記高電圧系補機と前記第二のコンバータとの電気的接続のオンオフを行うスイッチと、

高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出して前記スイッチをオンにする制御を行う制御手段と、

を有することを特徴とする車両。

## 【請求項6】

請求項4又は5に記載の車両において、

前記第一のコンバータの出力電圧を検出する検出手段を備え、

前記制御手段は、前記検出手段で検出された出力電圧と前記第一のコンバータにおける所定の出力電圧とに基づいて高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出し、制御

動作を行う

ことを特徴とする車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高電圧を発生する高電圧バッテリーと、低電圧を発生する低電圧バッテリーとを備えた車両における車両用電力供給装置及び車両に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、高電圧（例えば約300ボルト）を発生する高電圧バッテリーの他に、低電圧（例えば12ボルト）を発生する低電圧バッテリーを備える、例えばハイブリッド車や電気自動車のような車両がある。このような2種類のバッテリーを搭載した車両において、高電圧バッテリーには、インバータを介してモータジェネレータが接続されている。例えばアイドルストップ時における車両の発進の際には、モータジェネレータがモータとして動作し、エンジンを再始動するとともに、このモータジェネレータの出力によって車両を走行させる。このため、モータジェネレータの駆動には電力を要するため、高電圧バッテリーが利用される。また、モータジェネレータが発電機として動作する際には、この高電圧バッテリーは、モータジェネレータより発生する電力によって充電される。さらに高電圧バッテリーには、電動パワーステアリング装置などの高電圧（例えば42ボルト）系の補機が電力変換器を介して接続され、高電圧系補機には高電圧バッテリーから電力供給が行われる。

【0003】

一方、この高電圧バッテリーには、低電圧バッテリーも、他の電力変換器を介して接続されている。そして、低電圧バッテリーの充電には、高電圧バッテリーからの電力が低電圧に変換して利用されている。そして、この低電圧バッテリーには、ヘッドライトやウインターといったランプ類などの低電圧（例えば12ボルト）系の補機が接続され、このような低電圧系補機には低電圧バッテリーから電力供給が行われる。

【0004】

ところで、高電圧系の補機には、電動パワーステアリング装置のように、電動モータを有するものがある。そして、このように電動モータを有する高電圧系補機では、電動モータが発電機として動作することで、回生電力が発生する場合がある。そこで従来では、高電圧バッテリーと高電圧系補機との間の電力変換器内に、回生電力を余剰電力として消費させるための抵抗等の放熱手段を設けておき、高電圧系補機で発生した回生電力をこの放熱手段で余剰電力として消費させるといった技術を用いる等していた。このように、放熱手段を用いて回生電力を消費する技術としては、例えば下記特許文献1に開示されているものがある。

【0005】

【特許文献1】特開2004-166441号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来のように、高電圧系補機で発生した回生電力を抵抗等で消費させる構成では、抵抗等からの放熱がユニットの発熱に起因することとなるため、雰囲気温度の上昇にシビアな車用電子機器にとって見れば、従来技術のように抵抗等を用いて回生電力を消費する方法は好ましい方法ではなく、放熱による電力変換器内の発熱を抑制できる方法が望まれる。

【0007】

本発明の目的は、電動モータを有する補機（高電圧系補機）で発生した回生電力を、ユニットの発熱に起因させることなく、有効に活用させる車両用電力供給装置及び車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の車両用電力供給装置及び車両は、高電圧バッテリーからの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機に電力供給する第一のコンバータと、高電圧系補機における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリーに充電電力として電力供給する第二のコンバータと、高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出して第二のコンバータを起動させる制御を行う制御手段と、を有することを特徴とする。

【0009】

また、本発明の車両用電力供給装置及び車両は、高電圧バッテリーからの出力電力について所定の出力電圧に降圧し、電動モータを有する高電圧系補機に電力供給する第一のコンバータと、高電圧系補機における電動モータにより発生した回生電力について所定の出力電圧に降圧し、低電圧バッテリーに充電電力として電力供給する第二のコンバータと、前記高電圧系補機と前記第二のコンバータとの電気的接続のオンオフを行うスイッチと、高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出して前記スイッチをオンにする制御を行う制御手段と、を有することを特徴とする。

【0010】

また、上記の各構成を有する車両用電力供給装置及び車両において、前記第一のコンバータの出力電圧を検出手段を備え、前記制御手段は、前記検出手段で検出された出力電圧と前記第一のコンバータにおける所定の出力電圧とに基づいて高電圧系補機における電動モータの回生状態を検出し、制御動作を行うことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、電動モータを有する補機（高電圧系補機）で発生した回生電力を、充電電力として低電圧バッテリーに供給するため、ユニットの発熱に起因させることなく、有効に活用することが可能となる。また、高電圧系補機において発生した回生電力量が大きい場合には、低電圧バッテリーへの充電量も増加するため、従来低電圧バッテリーへ充電電力を供給していた高電圧バッテリーへの負担軽減も実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明の実施の形態における車両用電力供給装置の構成を、図1を参照して説明する。図1は、本発明の一の実施形態における車両内の車両用電力供給装置の全体構成を示す図である。

【0013】

図1において、モータジェネレータ10は、エンジン（図示せず）の出力軸に機械的に接続されており、モータとして駆動されるときには、エンジンを回転させて始動するとともに、車両走行の駆動力を発生する。また、エンジンが駆動されているときには、発電機として動作し、発電電力を発生する。

【0014】

このモータジェネレータ10には、インバータ12を介し、高圧蓄電手段としての高電圧バッテリー（例えば約300ボルト）14が接続されている。インバータ12は、モータジェネレータ10で発生する交流を直流電力に変換して高電圧バッテリー14を充電するとともに、高電圧バッテリー14からの直流電力を所定の交流電力に変換してモータジェネレータ10を駆動する。すなわち、モータジェネレータ10を発電機として動作させて、発電電力を高電圧バッテリー14に供給し、高電圧バッテリー14からの直流電力を交流電力に変換してモータジェネレータ10に供給してこれをモータとして動作させる。尚、モータジェネレータ10は、例えば3相のコイルを有しており、インバータ12は、電源アース間に接続された2つのスイッチングトランジスタの直列接続を各相のコイルに対応して有している。すなわち、合計6個のスイッチングトランジスタのオンオフによって、電力変換を行う。

【0015】

インバータ12には、ECU(図示せず)が接続されており、このECUがインバータ12におけるスイッチングトランジスタのスイッチングを制御し、所定の電力変換を行う。

【0016】

高電圧バッテリー14には、電力変換器である充電用DC/DCコンバータ16が接続されている。この充電用DC/DCコンバータ16は、通常トランジスタのスイッチングで、出力側の電圧を制御し、低圧蓄電手段としての低電圧バッテリー(例えば1.2ボルト)18の充電電力を出力する。充電用DC/DCコンバータ16の出力には、低電圧バッテリー18が接続されており、充電用DC/DCコンバータ16からの充電電力により、低電圧バッテリー18は充電される。尚、バッテリーに代えてコンデンサを蓄電手段として採用することも可能である。

【0017】

また、高電圧バッテリー14には、電力変換器である第一DC/DCコンバータ34が接続されている。この第一DC/DCコンバータ34は、高電圧バッテリー14からの電圧を、通常、制御装置32によるトランジスタのスイッチング制御(オンオフの繰り返しスイッチングにおけるデューティ比の調整)により所定の出力電圧(例えば4.2ボルト)に降圧し、高電圧(例えば4.2ボルト)系の補機への供給電力を出力する。そして、第一DC/DCコンバータ34からの供給電力により、高電圧系補機20は作動する。

【0018】

ここで、本実施形態における車両用電力供給装置では、電動パワーステアリング装置などのような電動モータ(図示せず)を有する高電圧系補機20に、電力変換器である第二DC/DCコンバータ36を介して、低電圧バッテリー18が接続されている。この第二DC/DCコンバータ36は、高電圧系補機20における電動モータが発電機として動作した場合に発生する電力(再生電力)について所定の出力電圧(例えば1.2ボルト)に降圧し、低電圧バッテリー18に出力する。そして、第二DC/DCコンバータ36からの出力電力により、低電圧バッテリー18は充電される。

【0019】

また、本実施形態における車両用電力供給装置では、第一DC/DCコンバータ34の出力電圧を検出する電圧検出器38が備えられている。そして、制御装置32は、この電圧検出器38により検出された電圧値に基づいて、第一DC/DCコンバータ34及び第二DC/DCコンバータ36の起動制御を行う。

【0020】

具体的には、電圧検出器38で検出された電圧が第一DC/DCコンバータ34における所定の出力電圧以上である場合には、第一DC/DCコンバータ34を起動させ、且つ第二DC/DCコンバータ36を停止させるよう、制御装置32が各コンバータの起動制御を行う。これにより、第一DC/DCコンバータ34からの供給電力により、高電圧系補機20における電動モータが負荷として動作し、高電圧系補機20が動作する。

【0021】

一方、高電圧系補機20における電動モータが発電機として動作している場合には、この電動モータから逆起電圧が発生し、電圧検出器38で検出された電圧が第一DC/DCコンバータ34における所定の出力電圧よりも低くなる。従って、電圧検出器38で検出された電圧が第一DC/DCコンバータ34における所定の出力電圧よりも低い場合には、第一DC/DCコンバータ34を停止させ、且つ第二DC/DCコンバータ36を起動させるよう、制御装置32が各コンバータの駆動制御を行う。これにより、第二DC/DCコンバータ36からの出力電力により、低電圧バッテリー18が充電される。

【0022】

以上のように、本実施形態における車両用電力供給装置によれば、第一DC/DCコンバータ34の出力電圧に基づいて第一DC/DCコンバータ34及び第二DC/DCコンバータ36の起動制御を行うことにより、電動モータを有する高電圧系補機20において

発生した回生電力を低電圧バッテリー18に充電することが可能となる。従って、従来のようにユニットの発熱に起因させることなく、回生電力を低電圧バッテリー18への充電電力として有効に活用することができる。

【0023】

また、高電圧系補機20において発生した回生電力量が大きい場合には、低電圧バッテリー18への充電量も増加するため、充電用DC/DCコンバータ16を介して低電圧バッテリー18へ充電電力を供給していた高電圧バッテリー14への負担軽減も実現できる。また、充電用DC/DCコンバータ16の容量を削減することもできる。

【0024】

尚、上記実施形態における車両用電力供給装置では、制御装置32により第一DC/DCコンバータ34及び第二DC/DCコンバータ36の動作状態を制御しているが、車両用電力供給装置を例えば図2のような構成としても良い。

【0025】

図2において、第二DC/DCコンバータ36の入力側には、制御装置32によってオンオフ制御されるスイッチ40が設けられている。そして、電圧検出器38で検出された電圧が第一DC/DCコンバータ34における所定の出力電圧以上である場合には、制御装置32はスイッチ40をオフにする。これにより、第一DC/DCコンバータ34からの供給電力によって、高電圧系補機20における電動モータが負荷として動作し、高電圧系補機20が動作する。一方、高電圧系補機20における電動モータが発電機として動作している場合には、この電動モータから逆起電圧が発生し、電圧検出器38で検出された電圧が第一DC/DCコンバータ34における所定の出力電圧よりも低くなる。従って、電圧検出器38で検出された電圧が第一DC/DCコンバータ34における所定の出力電圧よりも低い場合には、制御装置32はスイッチ40をオンにする。これにより、高電圧系補機20からの回生電力が第二DC/DCコンバータ36を介して低電圧バッテリー18に出力され、低電圧バッテリー18が充電される。以上のように、車両用電力供給装置を図2のような構成にしても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0026】

また、エンジンにオルタネータ（図示せず）を接続すると共に、このオルタネータに低電圧バッテリー18を接続し、オルタネータの発電を利用して低電圧バッテリー18への充電を行う構成を有する車両において、上記の各実施形態における車両用電力供給装置を備えた場合にも、低電圧バッテリー18への充電量の増加に伴って、オルタネータの負担を軽減させることができる。従って、高電圧系補機20における発電量によってはオルタネータの容量を削減でき、これに伴い車両の軽量化を実現することも可能となる。

【0027】

尚、上記の各実施形態では、インバータ12に接続されているECUと、車両用電力供給装置における制御装置32とは別体として説明されているが、これに限定されるものではなく、インバータ12に接続されているECUが、本発明の車両用電力供給装置における制御装置32の制御機能をも実行するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の一の実施形態に係る車両内の車両用電力供給装置の全体構成を示す概略図である。

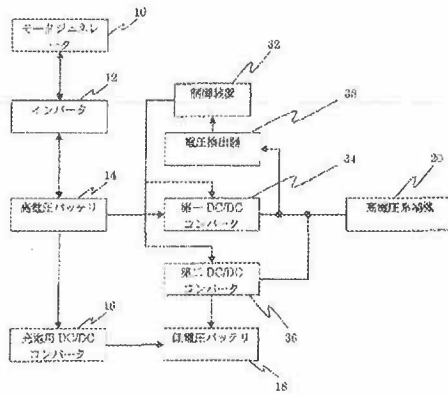
【図2】本発明の他の実施形態に係る車両内の車両用電力供給装置の全体構成を示す概略図である。

【符号の説明】

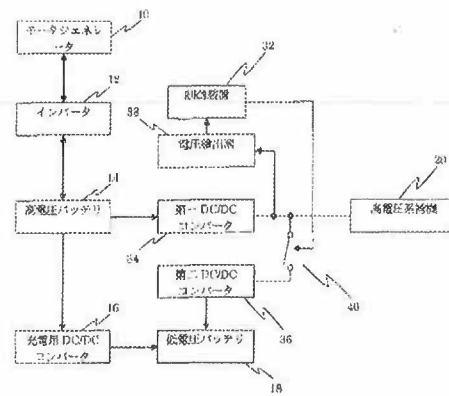
【0029】

10 モータジェネレータ、12 インバータ、14 高電圧バッテリー、16 充電用DC/DCコンバータ、18 低電圧バッテリー、20 高電圧系補機、32 制御装置、34 第一DC/DCコンバータ、36 第二DC/DCコンバータ、38 電圧検出器、40 スイッチ。

【図1】



【図2】



(S)

特開2006-230071(P2006-230071A)



(11) EP 2 502 773 A2

(12) EUROPEAN PATENT APPLICATION

(43) Date of publication:  
26.09.2012 Bulletin 2012/39

(51) Int. Cl.:  
B60L 1/00 (2006.01) B60L 11/12 (2006.01)

(21) Application number: 12160730.3

(22) Date of filing: 22.03.2012

(54) Designated Contracting States:  
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR  
Designated Extension States:  
BA ME

(72) Inventor: KING, Robert Dean  
Niskayuna, NY New York 12309 (US)

(74) Representative: Illingworth-Law, William  
Illingworth  
GE International Inc.  
Global Patent Operation - Europe  
15 John Adam Street  
London  
WC2N 6LU (GB)

(50) Priority: 23.03.2011 US 201113069533

(71) Applicant: General Electric Company  
Schenectady, NY 12345 (US)

(54) System for supplying propulsion energy from an auxiliary drive and method of making same

(57) A propulsion system is provided that includes an energy system (102), an auxiliary system (104), and a system controller (106). The energy system (102) includes a bi-directional boost converter (112) coupled to a direct current (DC) link and comprising a plurality of input channels (a,b). The energy system (102) also includes a first energy storage device (108, 110) coupled to a first input channel (a,b) of the bi-directional boost converter (112) via a DC bus. The auxiliary system (104) is coupled to the energy system (102) and includes an

auxiliary energy source (110, 126, 184), an auxiliary load (130, 134, 158), and an auxiliary load controller (132, 136, 160) coupled to the auxiliary energy source (110, 126, 184) and to the auxiliary load (130, 134, 158). The system controller (106) is configured to cause the auxiliary load controller (132, 136, 160) to reduce a power draw of the auxiliary load (130, 134, 158) from the auxiliary energy source (110, 126, 184) and to cause the bi-directional boost converter (112) to boost a voltage supplied by the auxiliary energy source (110, 126, 184) and to supply the boosted voltage to the DC link (114).

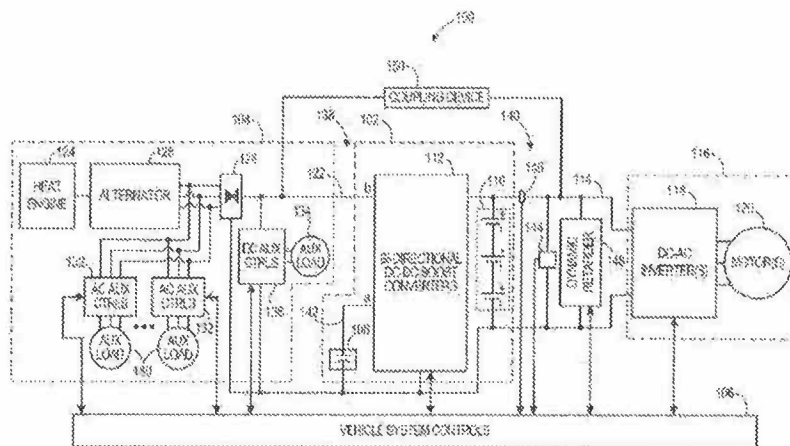


FIG. 1

Printed by Janssen, 710001 (PAGES 01/13)

EP 2 502 773 A2

## Description

## BACKGROUND

[0001] Embodiments of the invention relate generally to vehicle drive systems and, more specifically, to providing propulsion power from an auxiliary drive of a vehicle or non-vehicle system.

[0002] Electric vehicles and hybrid electric vehicles are typically powered by one or more energy storage devices, either alone or in combination with an internal combustion engine. In pure electric vehicles, the one or more energy storage devices powers the entire drive system, thereby eliminating the need for an internal combustion engine. Hybrid electric vehicles, on the other hand, include energy storage device power to supplement power supplied by an internal combustion engine, which greatly increases the fuel efficiency of the internal combustion engine and of the vehicle. Traditionally, the energy storage devices in electric or hybrid electric propulsion systems include batteries, ultracapacitors, flywheels, or a combination of these elements in order to provide sufficient energy to power an electric motor.

[0003] In some applications, an auxiliary drive is provided in addition to the propulsion system to operate auxiliary equipment. Such applications may include, for example, medium duty (MD) and heavy duty (HD) applications, including transit buses, trucks, light rail and other industrial equipment. Often, a reduction in cost, size, weight, and improved subsystem and component packaging plus improved system efficiency results by powering auxiliaries by a separate engine driven alternator or auxiliary power unit (APU) to produce electrical power to operate auxiliaries such as air conditioning components including Freon compressors, pumps, fans and heaters. In other potential applications the auxiliaries may be powered by a fuel cell. The electrical power produced may be alternating current (AC) power or direct current (DC) power. Motor driven auxiliary loads may be operated at a constant speed and frequency or operate at a variable speed by control of the electrical output frequency and voltage of the APU.

[0004] For additional control, subsystem components such as in an air conditioning unit, for example, are often operated in an on/off mode based on the level of temperature needed. Typically, the power rating of the APU is designed to handle the maximum load of all the auxiliary loads. Since not all auxiliary loads will be powered all the same time, typical APU systems operate at partial load with less than optimum efficiency.

[0005] Therefore, it is desirable to provide an electric and/or hybrid electric propulsion system allowing the excess power capability of the APU to be utilized to provide a portion of the propulsion load of the traction or propulsion drive system. In addition, it is desirable to direct a portion of the regenerative energy to power auxiliary loads during periods of deceleration instead of dissipating this energy in conventional brake systems. Alternately,

a portion of this regenerative energy can be used to partially recharge the energy storage system.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0006] In accordance with one aspect of the invention, a propulsion system includes an energy system, an auxiliary system, and a system controller. The energy system includes a bi-directional boost converter coupled to a direct current (DC) link, the bi-directional boost converter comprising a plurality of input channels. The energy system also includes a first energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus. The auxiliary system is coupled to the energy system and includes an auxiliary energy source, an auxiliary load, and an auxiliary load controller coupled to the auxiliary energy source and to the auxiliary load. The system controller is configured to cause the auxiliary load controller to reduce a power draw of the auxiliary load from the auxiliary energy source and to cause the bi-directional boost converter to boost a voltage supplied by the auxiliary energy source and to supply the boosted voltage to the DC link.

[0007] In accordance with another aspect of the invention, a method of assembling a propulsion energy system includes coupling an energy system to a direct current (DC) link, the energy system including a multi-channel bi-directional boost converter coupled to the DC link and an energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus. The method also includes coupling an auxiliary system to the energy system that includes an energy source, a load controller coupled to the energy source, and a load coupled to the load controller. The method also includes coupling a controller to the energy system and to the auxiliary system and configuring the controller to cause a reduction in power draw of the load of the auxiliary system from the energy source of the auxiliary system and to cause the DC link to receive a boosted voltage from the multi-channel bi-directional boost converter based on the reduction in power draw.

[0008] In accordance with another aspect of the invention, a vehicle system includes a direct current (DC) energy storage device coupled to a first channel of a bi-directional DC-DC boost converter, and an auxiliary energy source coupled to a first load controller and to a second channel of the bi-directional DC-DC boost converter. The vehicle system also includes a first auxiliary load coupled to the first load controller and a vehicle system controller. The vehicle system controller is programmed to reduce a load energy supplied by the auxiliary energy source to the first auxiliary load from a first energy value to a second energy value and to boost at least a portion of the reduced energy via the bi-directional DC-DC boost converter for supply thereof to a DC link.

[0009] Various other features and advantages will be made apparent from the following detailed description and the drawings.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0010] The drawings illustrate preferred embodiments presently contemplated for carrying out the invention.

[0011] In the drawings:

[0012] FIG. 1 schematically illustrates an embodiment of the propulsion system according to the invention.

[0013] FIG. 2 schematically illustrates another embodiment of the propulsion system according to the invention.

[0014] FIG. 3 schematically illustrates another embodiment of the propulsion system according to the invention.

[0015] FIG. 4 schematically illustrates another embodiment of the propulsion system according to the invention.

[0016] FIG. 5 schematically illustrates another embodiment of the propulsion system according to the invention.

[0017] FIG. 6 is a flow chart illustrating procedure steps of the system controller according to an embodiment of the invention.

## DETAILED DESCRIPTION

[0018] FIG. 1 illustrates a propulsion system 100 according to an embodiment of the invention. Propulsion system 100 may be used in vehicle applications. Vehicle propulsion system 100 includes, in part, an energy system 102, an auxiliary energy system 104, and a vehicle system controller 106. Energy system 102 includes a first energy storage device 108, a second energy storage device 110, and a boost converter assembly 112 having multiple input channels coupled to respective bi-directional DC-DC boost converters. While first energy storage device 108 is illustrated as an ultracapacitor, another type of energy storage device such as a battery, a fuel cell, a flywheel, or the like is also contemplated. First energy storage device 108 is a low-voltage, high-energy storage device coupled via a DC link 114 to an electric drive 116 including a DC-AC inverter 118 and a motor 120. Motor 120 is preferably an AC motor, but is not limited as such. Second energy storage device 110 is configured to provide a higher power than first energy storage device 108 and to transfer electrical power or energy to DC link 114 and, in turn, to first energy storage device 108 via bi-directional boost converter 112. While second energy storage device 110 is illustrated as a battery, another type of energy storage device such as an ultracapacitor, a fuel cell, a flywheel, or the like is also contemplated. While not shown, it is to be understood that each of a plurality of motors 120 may be coupled to a respective wheel or that each motor 120 may be coupled to a differential for distributing rotational power to the wheels.

[0019] According to the embodiment illustrated in FIG. 1, auxiliary energy system 104 is coupled to a second channel (b) of bi-directional boost converter 112 via a low-side bus 122. Auxiliary energy system 104 includes a heat engine (or internal combustion engine) 124 coupled to an engine-driven alternator 126. Alternator 126 converts mechanical energy received from heat engine 124 into AC power or energy and supplies the AC power

or energy to a rectifier assembly 128 configured to convert the AC power or energy into DC power or energy for supply to bus 122. Alternatively, although not shown, a fuel cell could replace the heat engine 124 and alternator 126.

[0020] Auxiliary energy system 104 includes one or more AC auxiliary loads 130 controlled by one or more AC auxiliary load controls 132 coupled to alternator 126. In addition, auxiliary energy system 104 may include one or more DC auxiliary loads 134 controlled by one or more DC auxiliary load controls 136, which may include DC-AC inverters coupled to AC auxiliary loads. The auxiliary AC or DC loads may include, for example, an air conditioning unit, a pneumatic or other fluid compressor unit, a pump, a cooling fan, a heater, lights, and other electrical loads separate from the traction system. In one embodiment, heat engine 124 and alternator 126 may be sized to handle the maximum load required to operate all attached loads.

[0021] Generally, in a cruising mode of operation, bi-directional boost converter 112 acts to boost the voltage provided by the low voltage side 138 of energy system 102 to the high voltage side 140 of energy system 102. That is, voltage from first energy storage device 108 is provided to bi-directional boost converter 112 via a bus 142 coupled to a first channel (a) thereof on the low voltage side 138 of energy system 102. The provided voltage is boosted by bi-directional boost converter 112 such that the voltage provided to DC link 114 on the high voltage side 140 of energy system 102 is increased to an operating level of electric drive 116. During an accelerating mode of operation, second energy storage device 110 assists first energy storage device 108 to provide the needed accelerating power.

[0022] Voltage and current measurements on DC link 114 are provided to vehicle system controller 106 by a voltage measurement device 144 and a current measurement device 146, respectively. The feedback of the voltage and current on DC link 114 allow vehicle system controller 106 to determine if first and second energy storage devices 108, 110 are providing the acceleration power needed by electric drive 116.

[0023] If the acceleration demand is greater than that provided by first and second energy storage devices 108, 110, vehicle system controller 106 is configured to cause channel b of bi-directional boost converter 112 to convert voltage from auxiliary energy system 104 to provide the extra acceleration power needed. Based on a feedback from AC auxiliary load controls 132 and any DC auxiliary load controls 136, vehicle system controller 106 can determine which loads 130, 134 are receiving power from alternator 126 and whether excess power is available or whether additional power from heat engine 124 and alternator 126 is needed. If a sufficient amount of excess power is available without having to shut off one or more loads 130, 134, then vehicle system controller 106 may cause bi-directional boost converter 112 to boost available voltage on bus 122 for the acceleration.

[0024] However, if vehicle system controller 106 determines that there is no excess power or that the excess power is not sufficiently high enough to provide the additional acceleration power needed, then vehicle system controller 106 is configured to turn off or reduce the power draw from one or more loads 130, 134 such that power from heat engine 124 and alternator 126 may be used to supplement the power provided by first energy storage device 108 and second energy storage device 110 for acceleration. That is, vehicle system controller 106 may control AC or DC auxiliary load controls 132, 136 such that respectively coupled loads 130, 134 draw less power from alternator 126, thus freeing that power for use in conversion and acceleration.

[0025] In another embodiment, heat engine 124 and alternator 126 may be reduced in size to handle the power requirements of less than all loads such that, together with vehicle system controller 106, the loads 130, 134 may be prioritized according to the available power from heat engine 124 and alternator 126. That is, in addition to controlling AC or DC auxiliary load controls 132, 136 during acceleration periods, vehicle system controller 106 may be configured to turn off or reduce the power draw from one or more loads 130, 134 during non-acceleration periods to take advantage of a smaller, less weight heat engine/alternator combination. In this manner, vehicle system controller 106 may constantly monitor and control load controls 132, 136 and loads 130, 134 and, when additional acceleration power is needed, activate bi-directional boost converter 112 to convert power or energy on bus 122 into additional acceleration power or energy on DC link 114.

[0026] In an embodiment of the invention, controller 106 may be configured to operate electric drive 116 in a regenerative mode, wherein electric power or energy is returned to DC link 114 through DC-AC inverter 118 during a regenerative braking event. In a first regenerative braking mode, controller 106 may cause regenerative power or energy to partially replenish second energy storage device 110 directly coupled on DC link 114 or to partially replenish first energy storage device 108 through channel a of the bidirectional boost converter 112. That is, during such a regenerative braking event, a portion of the regenerative braking power or energy can also be stored in the second energy storage device 110, and bi-directional boost converter 112 may be configured to dynamically buck the voltage provided via DC link 114 such that an optimal amount of regenerative power or energy is able to be captured and stored in first energy storage device 108. A dynamic retarder 148 coupled to DC link 114 may be also be controlled to moderate the levels of regenerative power or energy that develops on DC link 114 when electric drive 116 is operated in the regenerative mode.

[0027] In a second regenerative braking mode, controller 106 may cause regenerative power or energy to power auxiliary loads 130, 134. In addition, controller 106 may cause auxiliary loads 130, 134 to be operated with

an increased power draw if excess regenerative power or energy is available. In one embodiment, controller 106 may provide power to auxiliary loads 130, 134 via bucking control of boost converter assembly 112 such that the power or energy is available on channel b of boost converter assembly 112. In event that high regenerative power is available during high power regenerative events that may exceed the power or current rating of channel b of boost converter assembly 112, a coupling device 150 may be activated to provide an alternate path such that power flow for the regenerative power may be passed from DC link 114 directly to boost converter assembly 112 to substantially power DC auxiliary controls 136 and respective DC auxiliary loads 134. Coupling device 150 could be implemented, for example, as a diode that is poled to conduct current and power flow from DC link 114 to bus 122. Alternate implementations of the coupling device 150 could also be implemented with power semiconductor device(s), including Silicon Controlled Rectifiers (SCR's) or a contactor. In addition, a resistor such as a power resistor may be coupled in series with a contactor or power semiconductor device to control a voltage on low-side bus 122 when the contactor or power semiconductor device is closed coupling DC link 114 to low-side bus 122. Provided the voltage of the DC link 114 during a regenerative event exceeds the voltage of bus 122, then high efficiency power transfer results since the coupling device essentially bypasses the boost converter 112.

[0028] In addition to providing additional acceleration power or energy as described above, auxiliary energy system 104 may also be used to provide charging power or energy to re-charge first energy storage device 108 or second energy storage device 110. That is, vehicle system controller 106 may be configured to use excess power or energy supplied by alternator 126 during low power operation, for example during constant speed or cruising mode of operation, or non-propulsion moments (such as when the vehicle is stopped) to boost the excess power or energy for re-charging second energy storage device 110 via DC link 114 or for re-charging first energy storage device 108 via bucking control of channel a of bi-directional boost converter 112.

[0029] FIG. 2 illustrates another embodiment of the invention. Propulsion system 162 shown in FIG. 2 includes components similar to components shown in system 100 of FIG. 1, and thus numbers used to indicate components in FIG. 1 will also be used to indicate similar components in FIG. 2.

[0030] In addition to the components in common with vehicle propulsion system 100, system 162 includes a coupling device 164 configured to selectively couple bus 122 to bus 142. During operation, the maximum voltage of first energy storage device 108 is greater than the nominal voltage supplied by rectifier assembly 128 to bus 122. In one embodiment, the maximum voltage of first energy storage device 108 is approximately two times the nominal voltage supplied by rectifier assembly 126;

however, other values are also contemplated. During normal operation of system 152, first energy storage device 108 is configured to operate from its maximum voltage down to approximately 60% of its maximum voltage such that approximately 75% of total stored or usable power or energy within first energy storage device 108 is utilized. In event that the usable power or energy stored by first energy storage device 108 is exhausted and additional propulsion power continues to be demanded to operate the vehicle, coupling device 154 conducts such that voltage from auxiliary energy system 104 may be boosted to DC link 114 voltage using two channels (a and b) of bi-directional boost converter 112 thereby allowing approximately twice the rated power compared to a single channel of bi-directional boost converter 112 to facilitate operation of the vehicle.

[0031] In one embodiment, coupling device 154 is a diode configured to automatically couple bus 122 to bus 142 when the usable voltage of first energy storage device 108 drops below the usable voltage of rectifier assembly 128 and the drop across the diode. In another embodiment, coupling device 154 includes a voltage sensor (not shown) and a contactor (not shown). In this embodiment, when sensed voltage of first energy storage device 108 drops to or below a specified threshold, vehicle system controller 106 can cause the contactor to close, thus coupling bus 122 to bus 142.

[0032] FIG. 3 illustrates another embodiment of the invention. Propulsion system 158 shown in FIG. 3 includes components similar to components shown in FIGS. 1 and 2, and thus numbers used to indicate components in FIGS. 1 and 2 will also be used to indicate similar components in FIG. 3.

[0033] As shown, auxiliary energy system 104 is shown as a DC system having one or more DC auxiliary loads 134 with respective DC auxiliary load controls 136. As shown, one DC auxiliary load 158 may include a DC-AC inverter 160 that controls an AC load 162 such as a motor configured to operate auxiliary loads, for example, air conditioning compressors, air compressors, cooling fan loads, and the like. A DC energy storage device 164, illustrated as a battery, is configured to supply DC power or energy to power loads 134 and controls 136. While DC energy storage device 164 is illustrated as a battery, other types of energy storage devices such as an ultracapacitor, a fuel cell, a flywheel, or the like are also contemplated.

[0034] In this embodiment, vehicle system controller 106 is configured to operate in a similar manner as described above. That is, vehicle system controller 106 may control the power or energy needed for loads 134 during acceleration or non-acceleration periods of system 156. During acceleration demands, if excess power or energy from DC energy storage device 164 is not adequately available, vehicle system controller 106 may cause one or more loads 134 to shut off or to have a reduced power supplied thereto such that power or energy from DC energy storage device 164 may be boosted via channel b

of bi-directional boost converter 112 for assistance during the acceleration period. Thus, the load power or energy supplied to loads 134 may be reduced from a first power or energy value to a second power or energy value. The second power or energy value may be zero in the case of reducing the load power or energy to the point of shutting off the load 134. Also, as described above with respect to providing re-charging power or energy, auxiliary energy system 104 of vehicle propulsion system 156 may also be controlled by vehicle system controller 106 to provide power or energy for re-charging first energy storage device 108 or second energy storage device 110 via bi-directional boost converter 112.

[0035] Propulsion system 156 may also include coupling device 150. As described above, in a first regenerative braking mode, controller 106 may cause regenerative power or energy to partially replenish second energy storage device 110 directly coupled on DC link 114 or to partially replenish first energy storage device 108 through channel a of the bidirectional boost converter 112. In addition, in a second regenerative braking mode, controller 106 may cause regenerative power or energy to power auxiliary loads 134, 158. The supply of power or energy to low-side bus 122 for auxiliary loads 134, 158 may occur via bucking control of boost converter assembly 112 such that the power or energy is available on channel b of boost converter assembly 112 or via a direct supply from DC link 114 via coupling device 150.

[0036] When high power regenerative power is transferred to low-side bus 122 via coupling device 150, it can be captured in the relatively large energy and power rated energy storage device 164 as well as being supplied to auxiliary loads 134, 158. In this manner, regenerative power can avoid being lost or dissipated as heat in dynamic retarder 148, and the capture of the regenerative power in DC energy storage device 164 allows an increased operating range of the of propulsion system 156 in a vehicle application.

[0037] Also as described above, in event that the usable power or energy stored by first energy storage device 108 is exhausted and additional propulsion power continues to be demanded to operate the vehicle, coupling device 154 is activated to couple bus 122 to bus 142 such that voltage from DC energy storage device 164 may be boosted to DC link 114 voltage using two channels (a and b) of bi-directional boost converter 112 thereby allowing approximately twice the rated power compared to a single channel of bi-directional boost converter 112 to facilitate operation of the vehicle.

[0038] FIG. 4 illustrates another embodiment of the invention. Propulsion system 166 shown in FIG. 4 includes components similar to components shown in FIGS. 1-3, and thus numbers used to indicate components in FIGS. 1-3 will also be used to indicate similar components in FIG. 4.

[0039] As illustrated, a separate auxiliary power source (such as DC energy storage device 164 shown in FIG. 3) is not included in propulsion system 166. Thus,

propulsion system 165 operates as a single, high-specific power battery 110 is provided. Battery 110 is sized to provide power or energy for electric drive 116 and DC auxiliary loads and controls 134, 136, 162. As such, the power or energy used by DC auxiliary loads and controls 134, 136 may be supplied to channel b of boost converter assembly 112 via bucking control of the voltage on DC link 114 from battery 110.

[0040] As described above, if excess power is needed during, for example, an acceleration demand from electric drive 116, vehicle system controller 106 may cause the power draw from one or more loads 134, 162 to be reduced or shut off so that such excess power may be delivered to electric drive 116 from battery 110.

[0041] During periods when regenerative power may be used from electric drive 116, coupling device 150 may be caused to couple DC link 114 with low-side bus 122 such that the regenerative power may directly supply power to DC auxiliary loads and controls 134, 136, 162. In addition, coupling device 154 may also cause power on low-side bus 122 to be supplied to bus 142 for recharging first energy storage device 108 during such regenerative power periods.

[0042] FIG. 5 illustrates another embodiment of the invention. Propulsion system 168 shown in FIG. 5 includes components similar to components shown in FIGS. 1-4, and thus numbers used to indicate components in FIGS. 1-4 will also be used to indicate similar components in FIG. 5.

[0043] As shown, auxiliary energy system 104 includes heat engine 124, alternator 126, rectifier assembly 128, and AC auxiliary loads and controls 130, 132. Vehicle propulsion system 168 includes DC energy storage device 164; however, in this embodiment, DC energy storage device 164 is used as a part of energy system 102 to assist first energy storage device 108 in providing propulsion power or energy to propel the vehicle. DC energy storage device 164 is preferably a high specific-energy battery.

[0044] In the embodiment shown in FIG. 5, the maximum voltage of first energy storage device 108 is greater than the nominal voltage supplied by DC energy storage device 164 to a bus 170 coupled to channel b of bi-directional boost converter 112 and greater than the nominal voltage supplied by rectifier assembly 128 to bus 122. In addition, the maximum voltage of DC energy storage device 164 greater than the nominal voltage supplied by rectifier assembly 128 to bus 122. In event that the usable energy stored by first energy storage device 108 is exhausted and additional propulsion power continues to be demanded to operate the vehicle, coupling device 154 conducts such that voltage from DC energy storage device 164 may be boosted to DC link 114 voltage using two channels (a and b) of bi-directional boost converter 112 thereby allowing approximately twice the rated power compared to a single channel of bi-directional boost converter 112 to facilitate operation of the vehicle. Further, in event that the usable energy stored by DC energy

storage device 164 is also exhausted and additional propulsion power continues to be demanded to operate the vehicle, another coupling device 172 coupled between bus 170 and bus 122 conducts such that voltage from DC energy storage device 164 may be boosted to DC link 114 voltage using three channels (a, b, and c) of bi-directional boost converter 112 thereby allowing approximately three times the rated power compared to a single channel of bi-directional boost converter 112 to facilitate operation of the vehicle.

[0045] It is noted that while first and second energy storage devices 108, 110 are illustrated as ultracapacitors and DC energy storage device 164 is illustrated as a battery, other combinations of energy storage devices are contemplated.

[0046] Referring now to FIG. 6, a flowchart 174 describing an operation of the vehicle system controller 106 according to an embodiment of the invention is shown. At step 176, the vehicle system controller determines the power or energy requirements needed by the propulsion system to propel the vehicle. For example, it may be determined that the vehicle is in a cruising mode of propulsion, in an acceleration mode of propulsion, in a mode of no propulsion such as when the vehicle is stopped, or in a mode of deceleration. At step 178, the vehicle system controller determines if propulsion is needed. If not 180, then a non-propulsion action may be performed at step 182 such as regenerative braking power or energy capture or the re-charging of energy storage devices via the auxiliary system.

[0047] If the vehicle system controller similarly determines 184 that propulsion is needed, the availability of the power or energy needed for the propulsion from an energy system is determined at step 186. The energy system includes a first energy storage device coupled to a low-side of a bi-directional boost converter. A second energy storage device may be coupled to a high-side of the bi-directional boost converter. The availability of power or energy may be determined from feedback information from a DC link supplying power or energy to an electric motor. The feedback may be provided by a current and/or voltage sensor. Based on the feedback information, a capability of at least the first energy storage device to supply desired power or energy may be determined. At step 188, it is determined if the energy system is capable of meeting the propulsion requirements. If the energy system has enough power or energy to supply the needed propulsion power or energy 190, then the vehicle system controller causes the energy system to supply the power or energy at step 192. If not 194, then the vehicle system controller determines whether excess power or energy is available from an auxiliary system at step 196. An amount of additional power or energy needed may be determined from a difference between the power or energy needed by the propulsion requirement and the power or energy capable of being supplied by the first and/or second energy storage devices.

[0048] If excess power or energy greater than the dif-

ference is available 198, then the vehicle system controller causes both the energy system and the auxiliary system to supply the needed propulsion power or energy at step 200. If excess power or energy is not available or is less than the difference 202, then the vehicle system controller causes one or more auxiliary loads to reduce the demand for power or energy from the auxiliary system; step 204. The reduction in demand for power or energy is at least equal to the amount of power or energy determined from the difference between the power or energy needed by the propulsion requirement and the power or energy capable of being supplied by the first and/or second energy storage devices. The vehicle system controller may prioritize the auxiliary loads to shut off or reduce the power or energy drawn for loads. The prioritization may begin with lesser needed loads and end with important loads. As an example, the vehicle system controller may temporarily shut off an air conditioning load during a vehicle acceleration to make additional auxiliary power or energy available for assisting the energy system in supplying the needed propulsion power or energy. Shutting off the air conditioning load may even be unnoticed by the vehicle operator. Another example includes shutting off a compressor of a pneumatic kneeling system until the power or energy from the auxiliary system is no longer needed for propulsion. Other systems capable of being shut off or reduced are also contemplated.

[0049] At step 206, any loads previously shut off or reduced may be returned to their original state once the reason for their power or energy draw reduction (e.g., such as during an acceleration mode) is ended. That is, the load power or energy previously reduced from a first power or energy value to a second, lower power or energy value may be returned back to the pre-reduction, first power or energy value state or to a different power or energy value state.

[0050] One skilled in the art will appreciate vehicle system controller 108 may be implemented via a plurality of components such as one or more of electronic components, hardware components, and/or computer software components. These components may include one or more tangible computer readable storage media that generally stores instructions such as software, firmware and/or assembly language for performing one or more portions of one or more implementations or embodiments. Examples of a tangible computer readable storage medium include a recordable data storage medium and/or mass storage device. Such tangible computer readable storage medium may employ, for example, one or more of a magnetic, electrical, optical, biological, and/or atomic data storage medium. Further, such media may take the form of, for example, floppy disks, magnetic tapes, CD-ROMs, DVD-ROMs, hard disk drives, and/or electronic memory. Other forms of tangible computer readable storage media not listed may be employed with embodiments of the invention.

[0051] A number of such components can be combined or divided in an implementation of the systems de-

scribed herein. Further, such components may include a set and/or series of computer instructions written in or implemented with any of a number of programming languages, as will be appreciated by those skilled in the art.

[0052] A technical contribution for the disclosed method and apparatus provides for a computer-implemented device capable of providing propulsion power from an auxiliary drive of a vehicle or non-vehicle system.

[0053] Therefore, according to an embodiment of the invention, a propulsion system includes an energy system, an auxiliary system, and a system controller. The energy system includes a bi-directional boost converter coupled to a direct current (DC) link, the bi-directional boost converter comprising a plurality of input channels.

The energy system also includes a first energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus. The auxiliary system is coupled to the energy system and includes an auxiliary energy source, an auxiliary load, and an auxiliary load controller coupled to the auxiliary energy source and to the auxiliary load. The system controller is configured to cause the auxiliary load controller to reduce a power draw of the auxiliary load from the auxiliary energy source and to cause the bi-directional boost converter to boost a voltage supplied by the auxiliary energy source and to supply the boosted voltage to the DC link.

[0054] According to another embodiment of the invention, a method of assembling a propulsion energy system includes coupling an energy system to a direct current (DC) link, the energy system including a multi-channel bi-directional boost converter coupled to the DC link and an energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus. The method also includes coupling an auxiliary system to the energy system that includes an energy source, a load controller coupled to the energy source, and a load coupled to the load controller. The method also includes coupling a controller to the energy system and to the auxiliary system and configuring the controller to cause a reduction in power draw of the load of the auxiliary system from the energy source of the auxiliary system and to cause the DC link to receive a boosted voltage from the multi-channel bi-directional boost converter based on the reduction in power draw.

[0055] According to yet another embodiment of the invention, a vehicle system includes a direct current (DC) energy storage device coupled to a first channel of a bi-directional DC-DC boost converter, and an auxiliary energy source coupled to a first load controller and to a second channel of the bi-directional DC-DC boost converter. The vehicle system also includes a first auxiliary load coupled to the first load controller and a vehicle system controller. The vehicle system controller is programmed to reduce a load energy supplied by the auxiliary energy source to the first auxiliary load from a first energy value to a second energy value and to boost at least a portion of the reduced energy via the bi-directional DC-DC boost converter for supply thereof to a DC link.

[0056] While the invention has been described in detail in connection with only a limited number of embodiments, it should be readily understood that the invention is not limited to such disclosed embodiments. Rather, the invention can be modified to incorporate any number of variations, alterations, substitutions or equivalent arrangements not heretofore described, but which are commensurate with the spirit and scope of the invention. Additionally, while various embodiments of the invention have been described, it is to be understood that aspects of the invention may include only some of the described embodiments. Accordingly, the invention is not to be seen as limited by the foregoing description, but is only limited by the scope of the appended claims.

[0057] Various aspects and embodiments of the present invention are defined by the following numbered clauses:

1. A propulsion system comprising:

an energy system comprising:

a bi-directional boost converter coupled to a direct current (DC) link, the bi-directional boost converter comprising a plurality of input channels; and

a first energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus;

an auxiliary system coupled to the energy system, the auxiliary system comprising:

an auxiliary energy source;

an auxiliary load; and

an auxiliary load controller coupled to the auxiliary energy source and to the auxiliary load; and

a system controller configured to:

cause the auxiliary load controller to reduce a power draw of the auxiliary load from the auxiliary energy source; and

cause the bi-directional boost converter to boost a voltage supplied by the auxiliary energy source and to supply the boosted voltage to the DC link.

2. The propulsion system of clause 1 further comprising an electric drive coupled to the DC link; and wherein the system controller is further configured to:

determine an amount of propulsion power de-

sired to be supplied to the electric drive;

receive feedback information of the DC link from one of a current sensor and a voltage sensor; and

determine, based on the feedback information, a capability of the first energy storage device to supply the amount of propulsion power to the DC link.

3. The propulsion system of clause 1 or clause 2, wherein the system controller is further configured to:

determine an power difference between the amount of propulsion power desired to be supplied to the electric drive and an amount of power capable of being supplied by the first energy storage device; and

cause the auxiliary load controller to reduce the power draw of the auxiliary load by at least an amount equal to the power difference.

4. The propulsion system of any preceding clause, wherein the system controller is configured to cause the auxiliary load controller to stop the power draw of the auxiliary load from the auxiliary energy source.

5. The propulsion system of any preceding clause, wherein the auxiliary energy source comprises:

an internal combustion engine;

an alternator coupled to the internal combustion engine; and

a rectifier coupled to the alternator and to a second input channel the bi-directional boost converter.

6. The propulsion system of any preceding clause, wherein the auxiliary load comprises an alternating current (AC) load coupled to receive AC energy from the alternator.

7. The propulsion system of any preceding clause, wherein the auxiliary load comprises a DC load coupled to receive DC energy from the rectifier.

8. The propulsion system of any preceding clause, wherein the DC load comprises a DC-AC inverter coupled to an AC load.

9. The propulsion system of any preceding clause, wherein the auxiliary energy source comprises a second energy storage device coupled to a second input channel the bi-directional boost converter; and

wherein the auxiliary load comprises a DC load coupled to receive DC energy from the second energy storage device.

10. The propulsion system of any preceding clause, further comprising a coupling device coupled to the DC link and to the auxiliary system; and wherein the system controller is configured to control the coupling device to selectively couple the DC link to the auxiliary system to cause a transfer of power from the DC link to the auxiliary system to bypass the bi-directional boost converter.

11. The propulsion system of any preceding clause, wherein the coupling device comprises:

one of a power semiconductor device and a contactor; and

a resistor.

12. The propulsion system of any preceding clause, wherein the energy system further comprises a first coupling device configured to selectively couple the auxiliary system to the first input channel.

13. The propulsion system of any preceding clause, wherein the auxiliary system is coupled to a second input channel of the bi-directional boost converter; and wherein the energy system further comprises:

a second energy storage device coupled to a third input channel of the bi-directional boost converter; and

a second coupling device configured to selectively couple the first input channel to the third input channel.

14. The propulsion system of any preceding clause, wherein the first energy storage device comprises one of a battery, an ultracapacitor, and a flywheel.

15. A method of assembling a propulsion energy system, the method comprising:

coupling an energy system to a direct current (DC) link, the energy system comprising:

a multi-channel bi-directional boost converter coupled to the DC link; and

an energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus;

coupling an auxiliary system to the energy

system, the auxiliary system comprising:

an energy source;

a load controller coupled to the energy source; and

a load coupled to the load controller;

coupling a controller to the energy system and to the auxiliary system; and

configuring the controller to:

cause a reduction in power draw of the load of the auxiliary system from the energy source of the auxiliary system; and

cause the DC link to receive a boosted voltage from the multi-channel bi-directional boost converter based on the reduction in power draw.

16. The method of any preceding clause, further comprising coupling motor to the DC link; and wherein configuring the controller comprises configuring the controller to:

determine an amount of additional power needed by the energy system to supply a desired power to the motor; and

cause the reduction in power draw based on the amount of additional power needed by the energy system.

17. The method of any preceding clause, configuring the controller comprises configuring the controller to cause the load controller to halt all power draw by the load.

18. The method of any preceding clause, wherein the energy source of the auxiliary system comprises a heat engine.

19. A vehicle system comprising:

a direct current (DC) energy storage device coupled to a first channel of a bi-directional DC-DC boost converter;

an auxiliary energy source coupled to a first load controller and to a second channel of the bi-directional DC-DC boost converter;

a first auxiliary load coupled to the first load controller; and

a vehicle system controller programmed to:

reduce a load energy supplied by the auxiliary energy source to the first auxiliary load from a first energy value to a second energy value; and

boost at least a portion of the reduced energy via the bi-directional DC-DC boost converter for supply thereof to a DC link.

20. The vehicle system of any preceding clause, wherein the vehicle system controller is further programmed to:

reduce a load energy supplied by the auxiliary energy source during an acceleration mode; and

return the load energy supplied by the auxiliary energy source to the first energy value following the acceleration mode.

21. The vehicle system of any preceding clause, wherein the auxiliary energy source comprises a heat engine coupled to an alternator; and wherein the first auxiliary load comprises an alternating current (AC) load coupled to receive AC energy from the alternator.

22. The vehicle system of any preceding clause, further comprising:

a second load controller coupled to the auxiliary energy source;

a second auxiliary load coupled to the second load controller; and

wherein the vehicle system controller is further programmed to:

prioritize reduction of load energy such that a reduction of load energy supplied by the auxiliary energy source to the first auxiliary load occurs prior to a reduction of load energy supplied by the auxiliary energy source to the second auxiliary load.

23. The vehicle system of any preceding clause, further comprising a coupling device configured to couple energy supplied by the auxiliary energy source to energy supplied by the DC energy storage device.

#### Claims

1. A propulsion system comprising:

an energy system (102) comprising:

a bi-directional boost converter (112) coupled to a direct current (DC) link (114); the bi-directional boost converter (112) comprising a plurality of input channels (a,b); and

a first energy storage device (108,110) coupled to a first input channel (a,b) of the bi-directional boost converter (112) via a DC bus;

an auxiliary system (104) coupled to the energy system (102), the auxiliary system (104) comprising:

an auxiliary energy source (110, 126, 164);

an auxiliary load (130, 134, 158); and an auxiliary load controller (132, 136, 160) coupled to the auxiliary energy source (110, 126, 164) and to the auxiliary load (130, 134, 158); and

a system controller (106) configured to:

cause the auxiliary load controller (132, 136, 160) to reduce a power draw of the auxiliary load (130, 134, 158) from the auxiliary energy source (110, 126, 164); and cause the bi-directional boost converter (112) to boost a voltage supplied by the auxiliary energy source (110, 126, 164) and to supply the boosted voltage to the DC link (114).

2. The propulsion system of claim 1, further comprising an electric drive (116) coupled to the DC link (114); and wherein the system controller (106) is further configured to:

determine an amount of propulsion power desired to be supplied to the electric drive (116); receive feedback information of the DC link (114) from one of a current sensor (146) and a voltage sensor (144); and determine, based on the feedback information, a capability of the first energy storage device (108,110) to supply the amount of propulsion power to the DC link (114).

3. The propulsion system of claim 1 or claim 2, wherein the system controller (106) is further configured to:

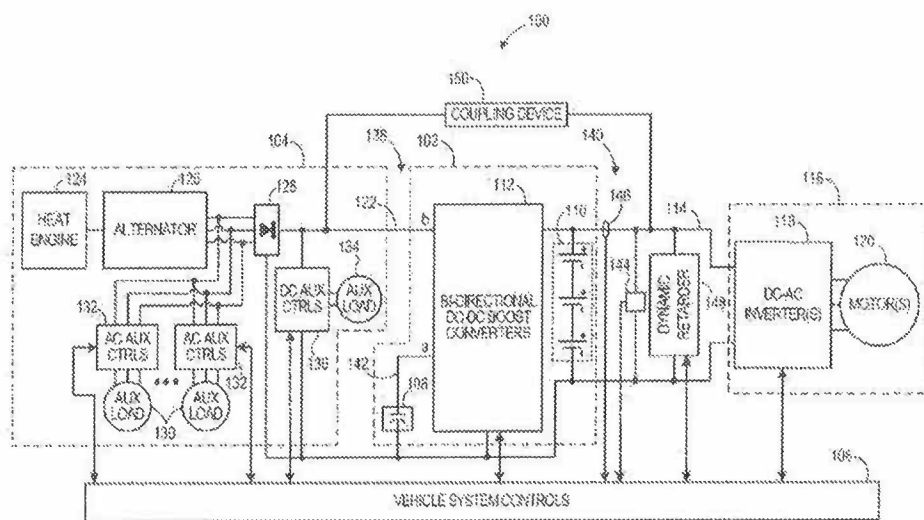
determine a power difference between the amount of propulsion power desired to be supplied to the electric drive (116) and an amount

- of power capable of being supplied by the first energy storage device (108, 110); and cause the auxiliary load controller (132, 136, 160) to reduce the power draw of the auxiliary load (130, 134, 158) by at least an amount equal to the power difference.
4. The propulsion system of any preceding claim, wherein the system controller (106) is configured to cause the auxiliary load controller (132, 136, 160) to stop the power draw of the auxiliary load (130, 134, 158) from the auxiliary energy source (110, 126, 164).
5. The propulsion system of any preceding claim, wherein the auxiliary energy source (110, 126, 164) comprises:
- an internal combustion engine (124);
  - an alternator (126) coupled to the internal combustion engine (124); and
  - a rectifier (128) coupled to the alternator (126) and to a second input channel (a,b) of the bi-directional boost converter (112).
6. The propulsion system of any preceding claim, wherein the auxiliary load (130, 134, 158) comprises an alternating current (AC) load coupled to receive AC energy from the alternator (126).
7. The propulsion system of any preceding claim, wherein the auxiliary load (130, 134, 158) comprises a DC load (134, 158) coupled to receive DC energy from the rectifier (128).
8. The propulsion system of any preceding claim, wherein the DC load (134, 158) comprises a DC-AC inverter (160) coupled to an AC load (162).
9. The propulsion system of any preceding claim, wherein the auxiliary energy source (110, 126, 164) comprises a second energy storage device (164) coupled to a second input channel (a,b) the bi-directional boost converter (112); and wherein the auxiliary load (130, 134, 158) comprises a DC load (134, 158) coupled to receive DC energy from the second energy storage device (164).
10. The propulsion system of any preceding claim, further comprising a coupling device (150) coupled to the DC link (114) and to the auxiliary system (104); and wherein the system controller (106) is configured to control the coupling device (150) to selectively couple the DC link (114) to the auxiliary system (104) to cause a transfer of power from the DC link (114) to the auxiliary system (104) to bypass the bi-directional boost converter (112).
11. A vehicle system comprising:
- a direct current (DC) energy storage device coupled to a first channel of a bi-directional DC-DC boost converter;
  - an auxiliary energy source coupled to a first load controller and to a second channel of the bi-directional DC-DC boost converter;
  - a first auxiliary load coupled to the first load controller; and
  - a vehicle system controller programmed to:
- reduce a load energy supplied by the auxiliary energy source to the first auxiliary load from a first energy value to a second energy value; and
  - boost at least a portion of the reduced energy via the bi-directional DC-DC boost converter for supply thereof to a DC link.
12. A method of assembling a propulsion energy system, the method comprising:
- coupling an energy system to a direct current (DC) link, the energy system comprising:
- a multi-channel bi-directional boost converter coupled to the DC link; and
  - an energy storage device coupled to a first input channel of the bi-directional boost converter via a DC bus;
- coupling an auxiliary system to the energy system, the auxiliary system comprising:
- an energy source;
  - a load controller coupled to the energy source; and
  - a load coupled to the load controller;
- coupling a controller to the energy system and to the auxiliary system; and
- configuring the controller to:
- cause a reduction in power draw of the load of the auxiliary system from the energy source of the auxiliary system; and
  - cause the DC link to receive a boosted voltage from the multi-channel bi-directional boost converter based on the reduction in power draw.
13. The method of any preceding claim 12, further comprising coupling motor to the DC link; and wherein configuring the controller comprises configuring the controller to:
- determine an amount of additional power needed by the energy system to supply a desired power to the

motor; and  
cause the reduction in power draw based on the  
amount of additional power needed by the energy  
system.

14. The method of claim 12 or claim 13, configuring the  
controller comprises configuring the controller to  
cause the load controller to halt all power draw by  
the load.

15. The method of any of claims 12 to 14, wherein the  
energy source of the auxiliary system comprises a  
heat engine.



312

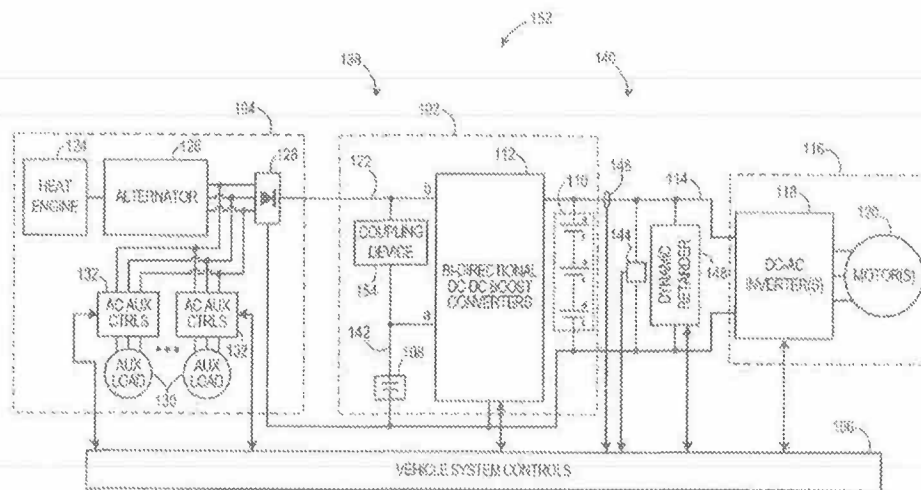


FIG. 2

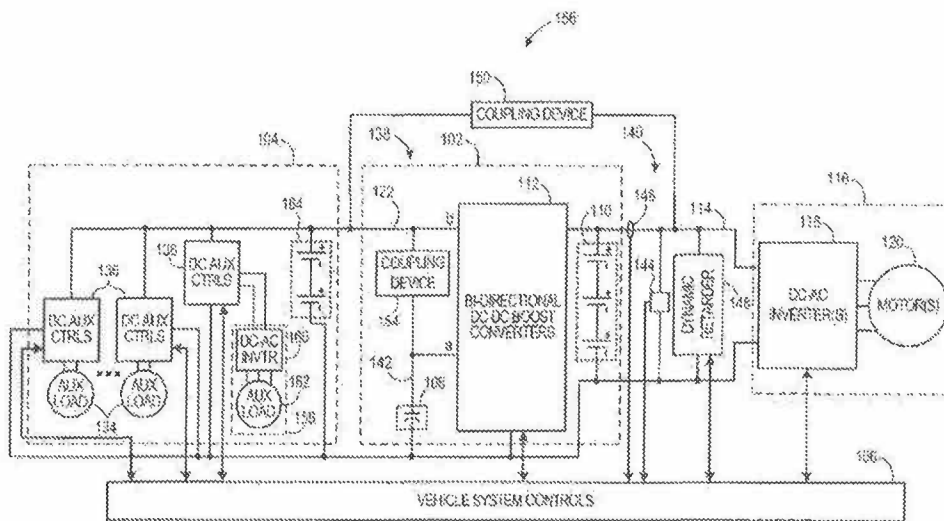


FIG. 3

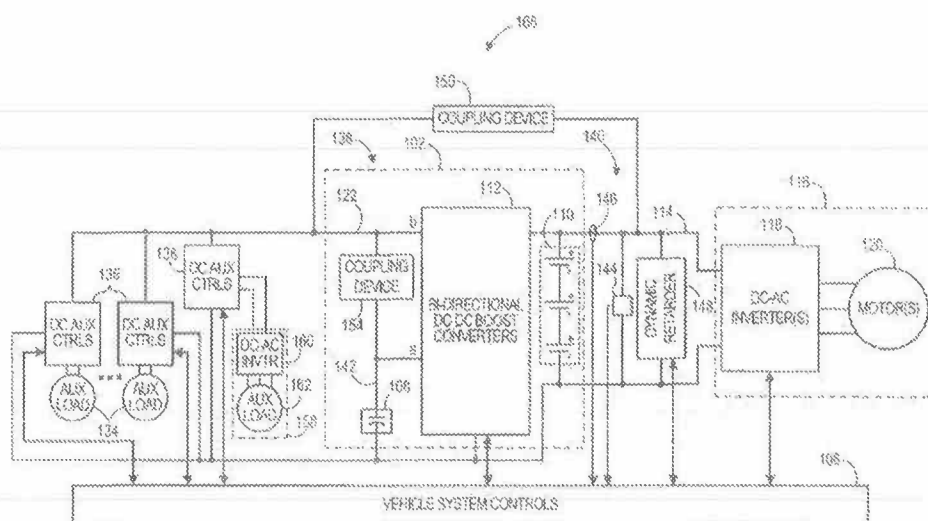


FIG. 4

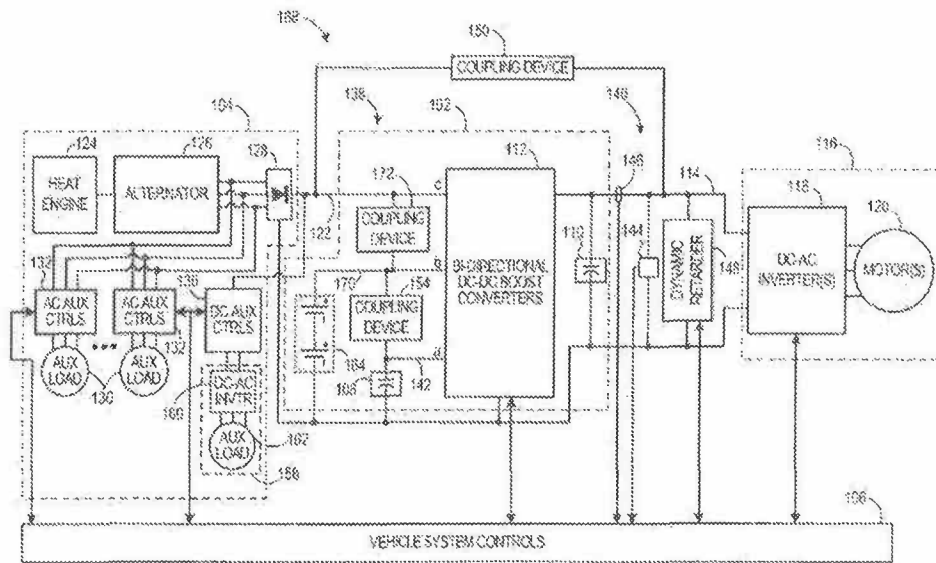


FIG. 5

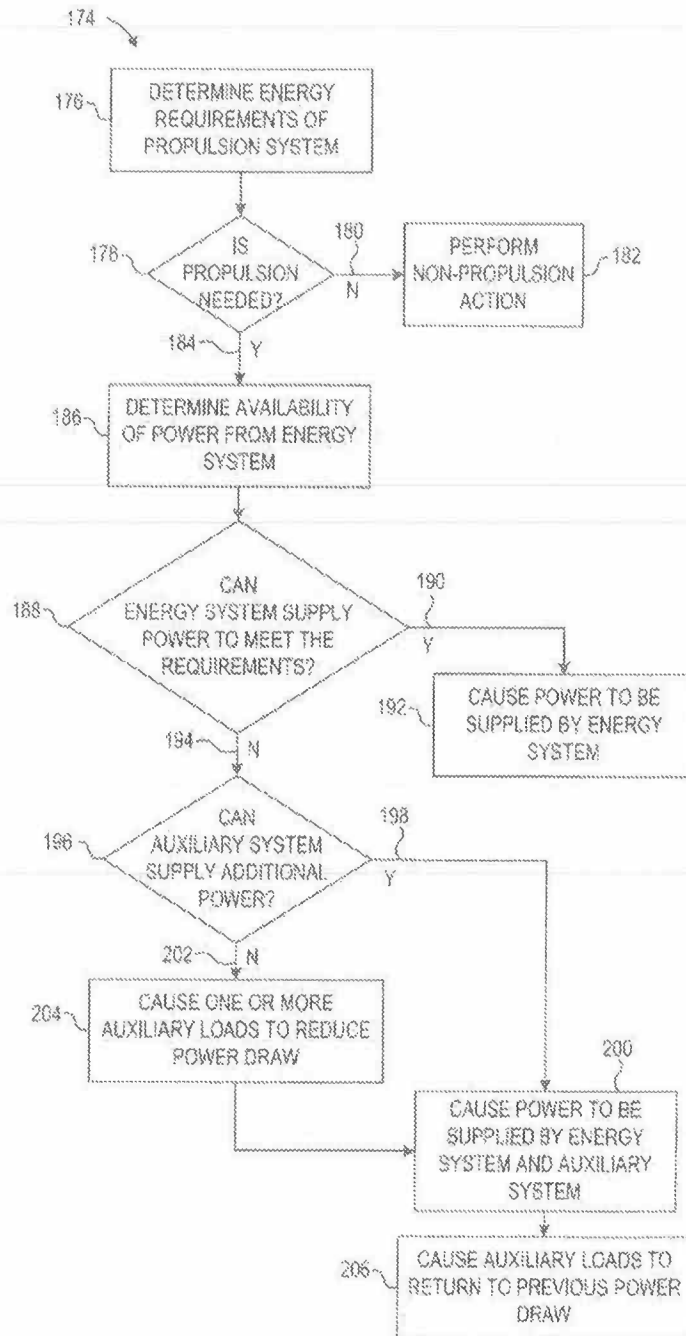


FIG. 6

| Electronic Patent Application Fee Transmittal |          |                                                                                      |        |                      |
|-----------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|
| <b>Application Number:</b>                    |          | 15799045                                                                             |        |                      |
| <b>Filing Date:</b>                           |          | 31-Oct-2017                                                                          |        |                      |
| <b>Title of Invention:</b>                    |          | VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME |        |                      |
| <b>First Named Inventor/Applicant Name:</b>   |          | Robert Dean King                                                                     |        |                      |
| <b>Filer:</b>                                 |          | Craig Michael Drachtman/Colleen Maroney                                              |        |                      |
| <b>Attorney Docket Number:</b>                |          | 273252-8                                                                             |        |                      |
| Filed as Large Entity                         |          |                                                                                      |        |                      |
| Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)   |          |                                                                                      |        |                      |
| Description                                   | Fee Code | Quantity                                                                             | Amount | Sub-Total in USD(\$) |
| <b>Basic Filing:</b>                          |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Pages:</b>                                 |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Claims:</b>                                |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Miscellaneous-Filing:</b>                  |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Petition:</b>                              |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Patent-Appeals-and-Interference:</b>       |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Post-Allowance-and-Post-Issuance:</b>      |          |                                                                                      |        |                      |
| <b>Extension-of-Time:</b>                     |          |                                                                                      |        |                      |

| Description                             | Fee Code | Quantity | Amount | Sub-Total in USD(\$) |
|-----------------------------------------|----------|----------|--------|----------------------|
| <b>Miscellaneous:</b>                   |          |          |        |                      |
| SUBMISSION- INFORMATION DISCLOSURE STMT | 1806     | 1        | 240    | 240                  |
| <b>Total in USD (\$)</b>                |          |          |        | <b>240</b>           |

| Electronic Acknowledgement Receipt          |                                                                                      |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EFS ID:</b>                              | 34920631                                                                             |
| <b>Application Number:</b>                  | 15799045                                                                             |
| <b>International Application Number:</b>    |                                                                                      |
| <b>Confirmation Number:</b>                 | 9433                                                                                 |
| <b>Title of Invention:</b>                  | VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME |
| <b>First Named Inventor/Applicant Name:</b> | Robert Dean King                                                                     |
| <b>Customer Number:</b>                     | 131278                                                                               |
| <b>Filer:</b>                               | Craig Michael Drachtman/Colleen Maroney                                              |
| <b>Filer Authorized By:</b>                 | Craig Michael Drachtman                                                              |
| <b>Attorney Docket Number:</b>              | 273252-8                                                                             |
| <b>Receipt Date:</b>                        | 22-JAN-2019                                                                          |
| <b>Filing Date:</b>                         | 31-OCT-2017                                                                          |
| <b>Time Stamp:</b>                          | 14:22:23                                                                             |
| <b>Application Type:</b>                    | Utility under 35 USC 111(a)                                                          |

### Payment information:

|                                                                                                                                                                |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Submitted with Payment                                                                                                                                         | yes                   |
| Payment Type                                                                                                                                                   | CARD                  |
| Payment was successfully received in RAM                                                                                                                       | \$ 240                |
| RAM confirmation Number                                                                                                                                        | 012319INTEFSW14232200 |
| Deposit Account                                                                                                                                                | 505522                |
| Authorized User                                                                                                                                                | Colleen Maroney       |
| The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows:<br>37 CFR 1.21 (Miscellaneous fees and charges) |                       |

|                 |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
|-----------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|------------------|------------------|
|                 |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| File Listing:   |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| Document Number | Document Description                                | File Name                 | File Size(Bytes)/ Message Digest           | Multi Part /.zip | Pages (if appl.) |
| 1               |                                                     | 273252_8_AFResponse.pdf   | 117837                                     | yes              | 12               |
|                 |                                                     |                           | 8459715341c081d2789bda1ec79748f5406e30b4   |                  |                  |
|                 | Multipart Description/PDF files in .zip description |                           |                                            |                  |                  |
|                 | Document Description                                |                           | Start                                      |                  | End              |
|                 | Response After Final Action                         |                           | 1                                          |                  | 1                |
|                 | Claims                                              |                           | 2                                          |                  | 8                |
|                 | Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment    |                           | 9                                          |                  | 12               |
| Warnings:       |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| Information:    |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| 2               | Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)  | 273252_8_IDS.pdf          | 1035221                                    | no               | 5                |
|                 |                                                     |                           | 85feda15e573afc2e189d9aeb8fec5a1c0b1037cb  |                  |                  |
| Warnings:       |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| Information:    |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| 3               | Foreign Reference                                   | 273252_8_JP2007174867.pdf | 8767513                                    | no               | 15               |
|                 |                                                     |                           | d54111d0c3d7b46778f455264c10a2e7c99f1ea034 |                  |                  |
| Warnings:       |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| Information:    |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| 4               | Foreign Reference                                   | 273252_8_JPH05176411.pdf  | 475027                                     | no               | 13               |
|                 |                                                     |                           | 1c93901f3ca54b4e0cd4117491c5867deaacddcf   |                  |                  |
| Warnings:       |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| Information:    |                                                     |                           |                                            |                  |                  |
| 5               | Foreign Reference                                   | 273525_8_JP2009522167.pdf | 2212964                                    | no               | 15               |
|                 |                                                     |                           | e23455d14aea3c081dd24028aee37cfa104250c06  |                  |                  |

|              |                       |                           |                                           |    |    |
|--------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------------------------|----|----|
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 6            | Foreign Reference     | 273252_8_JP2005143274.pdf | 7651291                                   | no | 13 |
|              |                       |                           | 99fb3cc11ccbf470bf662cca96279d6480a3cc16  |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 7            | Foreign Reference     | 273252_8_JP2003244801.pdf | 13262754                                  | no | 15 |
|              |                       |                           | 6e27fe2a6d720f2132ff42b78c9a5c91b5889dc06 |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 8            | Foreign Reference     | 273252_8_JP2006230071.pdf | 4587016                                   | no | 9  |
|              |                       |                           | 07c12993b58ae32a4b662c78ef2854eda4dd6a1   |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 9            | Foreign Reference     | 273252_8_EP2502773.pdf    | 3292092                                   | no | 18 |
|              |                       |                           | 5ca2c52205ce69c3aa8f4df3f8ec2376563cfadab |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 10           | Non Patent Literature | 273252_2_NPL1.pdf         | 17734299                                  | no | 30 |
|              |                       |                           | f61c4ba5d3d15b91ad21db19c91c563f098a8319e |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 11           | Non Patent Literature | 273252_2_NPL2.pdf         | 76000                                     | no | 4  |
|              |                       |                           | c179650cf0d03ca0a9cc17b58d0f81fd9e390e602 |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |
| 12           | Non Patent Literature | 273252_2_NPL3.pdf         | 93527                                     | no | 14 |
|              |                       |                           | 0290a7b0dffa1a5f9b8cfb40a375c189c5f7d856f |    |    |
| Warnings:    |                       |                           |                                           |    |    |
| Information: |                       |                           |                                           |    |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |              |                                          |          |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------------------------|----------|---|
| 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Fee Worksheet (SB06) | fee-info.pdf | 30779                                    | no       | 2 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |              | d961c856eb318b516a324d0c5245e928b2d0c80a |          |   |
| <b>Warnings:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                      |              |                                          |          |   |
| <b>Information:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |              |                                          |          |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                      |              | <b>Total Files Size (in bytes):</b>      | 59336320 |   |
| <p><b>This Acknowledgement Receipt evidences receipt on the noted date by the USPTO of the indicated documents, characterized by the applicant, and including page counts, where applicable. It serves as evidence of receipt similar to a Post Card, as described in MPEP 503.</b></p> <p><b><u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u></b><br/> If a new application is being filed and the application includes the necessary components for a filing date (see 37 CFR 1.53(b)-(d) and MPEP 506), a Filing Receipt (37 CFR 1.54) will be issued in due course and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the filing date of the application.</p> <p><b><u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u></b><br/> If a timely submission to enter the national stage of an international application is compliant with the conditions of 35 U.S.C. 371 and other applicable requirements a Form PCT/DO/EO/903 indicating acceptance of the application as a national stage submission under 35 U.S.C. 371 will be issued in addition to the Filing Receipt, in due course.</p> <p><b><u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u></b><br/> If a new international application is being filed and the international application includes the necessary components for an international filing date (see PCT Article 11 and MPEP 1810), a Notification of the International Application Number and of the International Filing Date (Form PCT/RO/105) will be issued in due course, subject to prescriptions concerning national security, and the date shown on this Acknowledgement Receipt will establish the international filing date of the application.</p> |                      |              |                                          |          |   |



# UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE  
United States Patent and Trademark Office  
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450  
www.uspto.gov

| APPLICATION NO. | FILING DATE | FIRST NAMED INVENTOR | ATTORNEY DOCKET NO. | CONFIRMATION NO. |
|-----------------|-------------|----------------------|---------------------|------------------|
| 15/799,045      | 10/31/2017  | Robert Dean King     | 273252-8            | 9433             |

|                                   |      |            |
|-----------------------------------|------|------------|
| 131278                            | 7590 | 11/23/2018 |
| GE GLOBAL PATENT OPERATION        |      |            |
| GE VENTURES-LICENSING (ME 131278) |      |            |
| 901 MAIN AVENUE                   |      |            |
| NORWALK, CT 06851                 |      |            |

|                    |  |
|--------------------|--|
| EXAMINER           |  |
| GLASS, ERICK DAVID |  |

|          |              |
|----------|--------------|
| ART UNIT | PAPER NUMBER |
| 2837     |              |

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| NOTIFICATION DATE | DELIVERY MODE |
| 11/23/2018        | ELECTRONIC    |

**Please find below and/or attached an Office communication concerning this application or proceeding.**

The time period for reply, if any, is set in the attached communication.

Notice of the Office communication was sent electronically on above-indicated "Notification Date" to the following e-mail address(es):

gpo.mail@ge.com  
gedocket@mcagheremanuel.com

|                              |                                      |                                    |                                                   |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>Office Action Summary</b> | <b>Application No.</b><br>15/799,045 | <b>Applicant(s)</b><br>KING ET AL. |                                                   |
|                              | <b>Examiner</b><br>ERICK GLASS       | <b>Art Unit</b><br>2837            | <b>AIA (First Inventor to File) Status</b><br>Yes |

**-- The MAILING DATE of this communication appears on the cover sheet with the correspondence address --**

**Period for Reply**

A SHORTENED STATUTORY PERIOD FOR REPLY IS SET TO EXPIRE 3 MONTHS FROM THE MAILING DATE OF THIS COMMUNICATION.

- Extensions of time may be available under the provisions of 37 CFR 1.136(a). In no event, however, may a reply be timely filed after SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- If NO period for reply is specified above, the maximum statutory period will apply and will expire SIX (6) MONTHS from the mailing date of this communication.
- Failure to reply within the set or extended period for reply will, by statute, cause the application to become ABANDONED (35 U.S.C. § 133). Any reply received by the Office later than three months after the mailing date of this communication, even if timely filed, may reduce any earned patent term adjustment. See 37 CFR 1.704(b).

**Status**

1) ☒ Responsive to communication(s) filed on 10/12/18.  
☐ A declaration(s)/affidavit(s) under **37 CFR 1.130(b)** was/were filed on \_\_\_\_\_.

2a) ☒ This action is **FINAL**.                      2b) ☐ This action is non-final.

3) ☐ An election was made by the applicant in response to a restriction requirement set forth during the interview on \_\_\_\_\_; the restriction requirement and election have been incorporated into this action.

4) ☐ Since this application is in condition for allowance except for formal matters, prosecution as to the merits is closed in accordance with the practice under *Ex parte Quayle*, 1935 C.D. 11, 453 O.G. 213.

**Disposition of Claims\***

5) ☒ Claim(s) 1-5, 7-16 and 18-22 is/are pending in the application.  
5a) Of the above claim(s) 3, 4 and 16 is/are withdrawn from consideration.

6) ☐ Claim(s) \_\_\_\_\_ is/are allowed.

7) ☒ Claim(s) 1, 2, 7-15 and 18-22 is/are rejected.

8) ☒ Claim(s) 5 is/are objected to.

9) ☐ Claim(s) \_\_\_\_\_ are subject to restriction and/or election requirement.

\* If any claims have been determined allowable, you may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at a participating intellectual property office for the corresponding application. For more information, please see [http://www.uspto.gov/patents/init\\_events/pph/index.jsp](http://www.uspto.gov/patents/init_events/pph/index.jsp) or send an inquiry to [PPHfeedback@uspto.gov](mailto:PPHfeedback@uspto.gov).

**Application Papers**

10) ☐ The specification is objected to by the Examiner.

11) ☐ The drawing(s) filed on \_\_\_\_\_ is/are: a) ☐ accepted or b) ☐ objected to by the Examiner.  
Applicant may not request that any objection to the drawing(s) be held in abeyance. See 37 CFR 1.85(a).  
Replacement drawing sheet(s) including the correction is required if the drawing(s) is objected to. See 37 CFR 1.121(d).

**Priority under 35 U.S.C. § 119**

12) ☐ Acknowledgment is made of a claim for foreign priority under 35 U.S.C. § 119(a)-(d) or (f).

**Certified copies:**

a) ☐ All    b) ☐ Some\*\*    c) ☐ None of the:

1. ☐ Certified copies of the priority documents have been received.

2. ☐ Certified copies of the priority documents have been received in Application No. \_\_\_\_\_.

3. ☐ Copies of the certified copies of the priority documents have been received in this National Stage application from the International Bureau (PCT Rule 17.2(a)).

\*\* See the attached detailed Office action for a list of the certified copies not received.

**Attachment(s)**

1) ☒ Notice of References Cited (PTO-892)

2) ☒ Information Disclosure Statement(s) (PTO/SB/08a and/or PTO/SB/08b)  
Paper No(s)/Mail Date 10/12/18, 10/29/18

3) ☐ Interview Summary (PTO-413)  
Paper No(s)/Mail Date: \_\_\_\_\_

4) ☐ Other: \_\_\_\_\_

The present application, filed on or after March 16, 2013, is being examined under the first inventor to file provisions of the AIA.

***Claim Rejections - 35 USC § 103***

The following is a quotation of 35 U.S.C. 103 which forms the basis for all obviousness rejections set forth in this Office action:

A patent for a claimed invention may not be obtained, notwithstanding that the claimed invention is not identically disclosed as set forth in section 102, if the differences between the claimed invention and the prior art are such that the claimed invention as a whole would have been obvious before the effective filing date of the claimed invention to a person having ordinary skill in the art to which the claimed invention pertains. Patentability shall not be negated by the manner in which the invention was made.

Claims 1, 2, 7-15, and 18-22 are rejected under 35 U.S.C. 103 as being unpatentable over Bender et al (PGPUB 2006/0250902) in view of Miller (PGPUB 2007/0007939).

With respect to claim 1, Bender teaches a system for a hybrid electric vehicle, comprising:

- an energy storage system (7);
- a bi-directional DC/DC converter (6) coupled to the energy storage system;
- a first traction motor (2) coupled to the bi-directional DC/DC converter;
- a second traction motor (3) coupled to the bi-directional DC/DC converter;
- a transmission device (4) coupled to the first traction motor and the second traction motor (fig. 1);
- a gear assembly (9) coupled to the second traction motor and transmission device;
- an internal combustion engine (1) coupled to the transmission device via a path that does not include (fig. 1) the first traction motor and second traction motor; and

a control system (6) configured to selectively: operate the first traction motor and second traction motor to drive (paragraph 0094) the vehicle through the transmission device; and operate the first traction motor as a generator to generate electrical power while operating the second traction motor to drive the vehicle (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) through the gear assembly.

Bender does not teach the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears.

Miller teaches the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) (paragraph 0019, 100) that comprises an arrangement of planetary gears (paragraph 0021; 118).

It would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to replace the transmission of Bender be an electrically variable transmission (EVT) of Miller, since the substitution of one known element for another would have yielded predictable results to one of ordinary skill in the art at the time of the invention.

With respect to claim 2, Bender teaches wherein the energy storage system comprises a battery (7).

With respect to claim 7, Bender teaches further comprising a wheel/axle (10/11) assembly coupled to the gear assembly.

With respect to claim 8, Bender teaches further comprising: a first inverter (paragraph 0117; AC inverter; fig. 8) coupled between the bi-directional DC/DC converter and first traction motor;

and a second inverter (paragraph 0117; AC inverter; fig. 8) coupled between the bi-directional DC/DC converter and second traction motor.

With respect to claim 9, Bender teaches wherein the first traction motor is an AC motor (paragraph 0115; fig. 8) and the second traction motor is an AC motor (paragraph 0115; fig. 8).

With respect to claim 10, Bender teaches wherein the electrical power generated (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) by the first traction motor is provided to the energy storage system.

With respect to claim 11, Bender teaches wherein the electrical power generated (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) by the first traction motor is provided to the second traction motor.

With respect to claim 12, Bender teaches wherein the control system is further configured to operate the second traction motor as a generator (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) to generate electrical power.

With respect to claim 13, Bender teaches wherein the electrical power generated (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) by the second traction motor is provided to the energy storage system.

With respect to claim 14, Bender teaches a vehicle propulsion system, comprising:

an energy storage system (7);

a bi-directional DC/DC converter (6) coupled to the energy storage system, the bi-directional DC/DC converter coupled to both a first DC bus and a second DC bus of a DC bus assembly;

a first traction drive system (2) coupled to the first DC bus, the first traction drive system comprising a first inverter coupled to a first electric motor;

a second traction drive system (3) coupled to the second DC bus, the second traction drive system comprising a second inverter coupled to a second electric motor;

a transmission device (4) coupled to the first traction drive system and second traction drive system;

a gear assembly (9) coupled to the second traction motor and transmission device;

an internal combustion engine (1) coupled to the transmission device via a path that does not include the first electric motor and second electric motor; and

a control system (6) configured to selectively: operate the first traction drive system and second traction drive system to drive (paragraph 0094) the vehicle through the transmission device and gear assembly;

and operate the first traction drive system to generate electric power while operating the second traction drive system to drive the (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) vehicle through the gear assembly.

Bender does not teach the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears.

Miller teaches the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) (paragraph 0019, 100) that comprises an arrangement of planetary gears (paragraph 0021; 118).

It would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to replace the transmission of Bender be an electrically variable transmission (EVT) of Miller, since the substitution of one known element for another would have yielded predictable results to one of ordinary skill in the art at the time of the invention.

With respect to claim 15, Bender teaches wherein the energy storage system comprises a battery (7).

With respect to claim 18, Bender teaches further comprising a wheel/axle (10/11) assembly coupled to the gear assembly.

With respect to claim 19, Bender teaches wherein the electrical power generated (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) by the first traction drive system is provided to the energy storage system.

With respect to claim 20, Bender teaches wherein the electrical power generated (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) by the first traction drive system is provided to the second traction drive system.

With respect to claim 21, Bender teaches hybrid electric vehicle propulsion system, comprising:

an energy storage system (7);

a buck/boost converter (6; paragraph 0122) coupled to the energy storage system;

a first inverter (paragraph 0117; AC inverter; fig. 8) coupled to the buck/boost converter;

a second inverter (paragraph 0117; AC inverter; fig. 8) coupled to the buck/boost converter;

a first AC motor (2, paragraph 0115; fig. 8) coupled to the first inverter;

a second AC motor (3, paragraph 0115; fig. 8) coupled to the second inverter;

a transmission device (4) coupled to the first AC motor and the second AC motor;

a gear assembly (9) coupled to the second traction motor and transmission device;

an internal combustion engine (1) coupled to the transmission device via a path that does not include (fig. 1) the first AC motor and second AC motor; and

a control system (6) configured to selectively: operate the first AC motor and second AC motor to drive the (paragraph 0094) vehicle through the transmission device; and

operate the first AC motor as a generator to generate electrical power (paragraph 0096) while operating the second AC motor to drive the vehicle through the transmission device.

Bender does not teach the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears.

Miller teaches the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) (paragraph 0019, 100) that comprises an arrangement of planetary gears (paragraph 0021; 118).

It would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to replace the transmission of Bender be an electrically variable transmission (EVT) of Miller, since the substitution of one known element for another would have yielded predictable results to one of ordinary skill in the art at the time of the invention.

With respect to claim 22, Bender teaches hybrid electric vehicle propulsion system, comprising:

- an energy storage system (7);

- a buck/boost converter (6; paragraph 0122) coupled to the energy storage system;

- a first inverter (paragraph 0117; AC inverter; fig. 8) coupled to the buck/boost converter;

- a second inverter (paragraph 0117; AC inverter; fig. 8) coupled to the buck/boost converter;

- a first AC motor (2, paragraph 0115; fig. 8) coupled to the first inverter;

- a second AC motor (3, paragraph 0115; fig. 8) coupled to the second inverter;

- a transmission device (4) coupled to the first AC motor;

- a gear assembly (9) coupled to the second AC motor and the transmission device;

an internal combustion engine (1) coupled to the transmission device; and  
a control system (6) configured to selectively: operate the first AC motor and second AC motor to drive the (paragraph 0094) vehicle through the transmission device and gear assembly; and

operate the first AC motor as a generator to generate electrical power while operating the second AC motor to drive the vehicle through (paragraph 0094, 96, & 104; various combination of modes) the transmission device and gear assembly.

Bender does not teach the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears.

Miller teaches the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) (paragraph 0019, 100) that comprises an arrangement of planetary gears (paragraph 0021; 118).

It would have been obvious to one having ordinary skill in the art at the time the invention was made to replace the transmission of Bender be an electrically variable transmission (EVT) of Miller, since the substitution of one known element for another would have yielded predictable results to one of ordinary skill in the art at the time of the invention.

#### ***Response to Arguments***

Applicant's arguments with respect to claims 1, 2, 7-16, and 18-22 are have been considered but are moot because the arguments do not apply to any of the references being used in the current rejection.

**THIS ACTION IS MADE FINAL.** Applicant is reminded of the extension of time policy as set forth in 37 CFR 1.136(a).

A shortened statutory period for reply to this final action is set to expire THREE MONTHS from the mailing date of this action. In the event a first reply is filed within TWO MONTHS of the mailing date of this final action and the advisory action is not mailed until after the end of the THREE-MONTH shortened statutory period, then the shortened statutory period will expire on the date the advisory action is mailed, and any extension fee pursuant to 37 CFR 1.136(a) will be calculated from the mailing date of the advisory action. In no event, however, will the statutory period for reply expire later than SIX MONTHS from the mailing date of this final action.

Any inquiry concerning this communication or earlier communications from the examiner should be directed to ERICK GLASS whose telephone number is (571)272-8395. The examiner can normally be reached on 9-5 M-F.

Examiner interviews are available via telephone, in-person, and video conferencing using a USPTO supplied web-based collaboration tool. To schedule an interview, applicant is encouraged to use the USPTO Automated Interview Request (AIR) at <http://www.uspto.gov/interviewpractice>.

If attempts to reach the examiner by telephone are unsuccessful, the examiner's supervisor, Eduardo Colon-Santana can be reached on 571-272-2060. The fax phone number for the organization where this application or proceeding is assigned is 571-273-8300.

Art Unit: 2837

Information regarding the status of an application may be obtained from the Patent Application Information Retrieval (PAIR) system. Status information for published applications may be obtained from either Private PAIR or Public PAIR. Status information for unpublished applications is available through Private PAIR only. For more information about the PAIR system, see <http://pair-direct.uspto.gov>. Should you have questions on access to the Private PAIR system, contact the Electronic Business Center (EBC) at 866-217-9197 (toll-free). If you would like assistance from a USPTO Customer Service Representative or access to the automated information system, call 800-786-9199 (IN USA OR CANADA) or 571-272-1000.

/ERICK GLASS/  
Primary Examiner, Art Unit 2837

|                                   |                                       |                                                           |             |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Notice of References Cited</b> | Application/Control No.<br>15/799,045 | Applicant(s)/Patent Under<br>Reexamination<br>KING ET AL. |             |
|                                   | Examiner<br>ERICK GLASS               | Art Unit<br>2837                                          | Page 1 of 1 |

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

| * |   | Document Number<br>Country Code-Number-Kind Code | Date<br>MM-YYYY | Name            | CPC Classification | US Classification |
|---|---|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------------|
| * | A | US-2007/0007939 A1                               | 01-2007         | Miller; John M. | B60K6/26           | 323/299           |
|   | B | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | C | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | D | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | E | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | F | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | G | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | H | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | I | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | J | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | K | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | L | US-                                              |                 |                 |                    |                   |
|   | M | US-                                              |                 |                 |                    |                   |

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

| * |   | Document Number<br>Country Code-Number-Kind Code | Date<br>MM-YYYY | Country | Name | CPC Classification |
|---|---|--------------------------------------------------|-----------------|---------|------|--------------------|
|   | N |                                                  |                 |         |      |                    |
|   | O |                                                  |                 |         |      |                    |
|   | P |                                                  |                 |         |      |                    |
|   | Q |                                                  |                 |         |      |                    |
|   | R |                                                  |                 |         |      |                    |
|   | S |                                                  |                 |         |      |                    |
|   | T |                                                  |                 |         |      |                    |

**NON-PATENT DOCUMENTS**

| * |   | Include as applicable: Author, Title Date, Publisher, Edition or Volume, Pertinent Pages) |
|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | U |                                                                                           |
|   | V |                                                                                           |
|   | W |                                                                                           |
|   | X |                                                                                           |

\*A copy of this reference is not being furnished with this Office action. (See MPEP § 707.05(a).)  
Dates in MM-YYYY format are publication dates. Classifications may be US or foreign.

|                                                                                                          |                                            |                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Search Notes</b><br> | <b>Application/Control No.</b><br>15799045 | <b>Applicant(s)/Patent Under Reexamination</b><br>KING ET AL. |
|                                                                                                          | <b>Examiner</b><br>ERICK GLASS             | <b>Art Unit</b><br>2837                                       |

| CPC- SEARCHED                     |        |          |
|-----------------------------------|--------|----------|
| Symbol                            | Date   | Examiner |
| B60L11/1803, B60L7/14, B60L11/005 | 7/8/18 | EG       |

| CPC COMBINATION SETS - SEARCHED |      |          |
|---------------------------------|------|----------|
| Symbol                          | Date | Examiner |
|                                 |      |          |

| US CLASSIFICATION SEARCHED |          |        |          |
|----------------------------|----------|--------|----------|
| Class                      | Subclass | Date   | Examiner |
| 318                        | 139      | 7/8/18 | EG       |

\* See search history printout included with this form or the SEARCH NOTES box below to determine the scope of the search.

| SEARCH NOTES                                                |          |          |
|-------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Search Notes                                                | Date     | Examiner |
| searched inventor, ids and please see attached search sheet | 7/8/18   | EG       |
| updated                                                     | 11/15/18 | EG       |

| INTERFERENCE SEARCH     |                         |      |          |
|-------------------------|-------------------------|------|----------|
| US Class/<br>CPC Symbol | US Subclass / CPC Group | Date | Examiner |
|                         |                         |      |          |

|  |                                                  |
|--|--------------------------------------------------|
|  | /ERICK GLASS/<br>Primary Examiner. Art Unit 2837 |
|--|--------------------------------------------------|

Receipt date: 10/29/2018

15/799,045 -- GAU: 2837

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (02-18)

Approved for use through 11/30/2020. OMB 0851-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

|                                                                                                     |                        |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>INFORMATION DISCLOSURE<br/>STATEMENT BY APPLICANT</b><br>( Not for submission under 37 CFR 1.99) | Application Number     | 15799045           |
|                                                                                                     | Filing Date            | 2017-10-31         |
|                                                                                                     | First Named Inventor   | Robert Dean King   |
|                                                                                                     | Art Unit               | 2837               |
|                                                                                                     | Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
|                                                                                                     | Attorney Docket Number | 273252-8           |

| U.S.PATENTS                                                                                                |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Examiner Initial*                                                                                          | Cite No | Patent Number                                                                                                                                                                                                                                                   | Kind Code <sup>1</sup>    | Issue Date             | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear |                                                                          |                |
|                                                                                                            | 1       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          |                                                                          |                |
| If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button.                |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Add                                                                      |                |
| U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS                                                                        |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
| Examiner Initial*                                                                                          | Cite No | Publication Number                                                                                                                                                                                                                                              | Kind Code <sup>1</sup>    | Publication Date       | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear |                                                                          |                |
| /E.G./                                                                                                     | 1       | 20120103749                                                                                                                                                                                                                                                     | A1                        | 2012-05-03             | Kimura et al.                                   |                                                                          |                                                                          |                |
| If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button. |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Add                                                                      |                |
| FOREIGN PATENT DOCUMENTS                                                                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
| Examiner Initial*                                                                                          | Cite No | Foreign Document Number <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                            | Country Code <sup>2</sup> | Kind Code <sup>4</sup> | Publication Date                                | Name of Patentee or Applicant of cited Document                          | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear | T <sup>5</sup> |
|                                                                                                            | 1       |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          |                                                                          |                |
| If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button.    |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Add                                                                      |                |
| NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS                                                                            |         |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                           |                        |                                                 |                                                                          | Remove                                                                   |                |
| Examiner Initials*                                                                                         | Cite No | Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published. |                           |                        |                                                 |                                                                          |                                                                          | T <sup>5</sup> |

Receipt date: 10/29/2018

15/799,045 -- GAU: 2837

|                                                                                                     |                        |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>INFORMATION DISCLOSURE<br/>STATEMENT BY APPLICANT</b><br>( Not for submission under 37 CFR 1.99) | Application Number     | 15799045           |
|                                                                                                     | Filing Date            | 2017-10-31         |
|                                                                                                     | First Named Inventor   | Robert Dean King   |
|                                                                                                     | Art Unit               | 2837               |
|                                                                                                     | Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
|                                                                                                     | Attorney Docket Number | 273252-8           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                           |                 |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                           |                 |            |
| If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button <input type="button" value="Add"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                           |                 |            |
| <b>EXAMINER SIGNATURE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                           |                 |            |
| Examiner Signature                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | /ERICK D GLASS/ <table border="1" style="float: right;"> <tr> <td>Date Considered</td> <td>11/17/2018</td> </tr> </table> | Date Considered | 11/17/2018 |
| Date Considered                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 11/17/2018                                                                                                                |                 |            |
| *EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                           |                 |            |
| <small> <sup>1</sup> See Kind Codes of USPTO Patent Documents at <a href="http://www.USPTO.GOV">www.USPTO.GOV</a> or MPEP 901.04. <sup>2</sup> Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>3</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>4</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>5</sup> Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.         </small> |                                                                                                                           |                 |            |

Receipt date: 10/29/2018

15/799,045 - GAT: 2837

**INFORMATION DISCLOSURE  
STATEMENT BY APPLICANT**  
( Not for submission under 37 CFR 1.99)

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Application Number     | 15799045           |
| Filing Date            | 2017-10-31         |
| First Named Inventor   | Robert Dean King   |
| Art Unit               | 2837               |
| Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
| Attorney Docket Number | 273252-8           |

**CERTIFICATION STATEMENT**

Please see 37 CFR 1.97 and 1.98 to make the appropriate selection(s):

That each item of information contained in the information disclosure statement was first cited in any communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application not more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(1).

OR

☒ That no item of information contained in the information disclosure statement was cited in a communication from a foreign patent office in a counterpart foreign application, and, to the knowledge of the person signing the certification after making reasonable inquiry, no item of information contained in the information disclosure statement was known to any individual designated in 37 CFR 1.56(c) more than three months prior to the filing of the information disclosure statement. See 37 CFR 1.97(e)(2).

See attached certification statement.

The fee set forth in 37 CFR 1.17 (p) has been submitted herewith.

A certification statement is not submitted herewith.

**SIGNATURE**

A signature of the applicant or representative is required in accordance with CFR 1.33, 10.18. Please see CFR 1.4(d) for the form of the signature.

|            |                      |                     |            |
|------------|----------------------|---------------------|------------|
| Signature  | /Craig M. Drachtman/ | Date (YYYY-MM-DD)   | 2018-10-29 |
| Name/Print | Craig M. Drachtman   | Registration Number | 73016      |

This collection of information is required by 37 CFR 1.97 and 1.98. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 1 hour to complete, including gathering, preparing and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. **SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.**

### Privacy Act Statement

The Privacy Act of 1974 (P.L. 93-579) requires that you be given certain information in connection with your submission of the attached form related to a patent application or patent. Accordingly, pursuant to the requirements of the Act, please be advised that: (1) the general authority for the collection of this information is 35 U.S.C. 2(b)(2); (2) furnishing of the information solicited is voluntary; and (3) the principal purpose for which the information is used by the U.S. Patent and Trademark Office is to process and/or examine your submission related to a patent application or patent. If you do not furnish the requested information, the U.S. Patent and Trademark Office may not be able to process and/or examine your submission, which may result in termination of proceedings or abandonment of the application or expiration of the patent.

The information provided by you in this form will be subject to the following routine uses:

1. The information on this form will be treated confidentially to the extent allowed under the Freedom of Information Act (5 U.S.C. 552) and the Privacy Act (5 U.S.C. 552a). Records from this system of records may be disclosed to the Department of Justice to determine whether the Freedom of Information Act requires disclosure of these records.
2. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, in the course of presenting evidence to a court, magistrate, or administrative tribunal, including disclosures to opposing counsel in the course of settlement negotiations.
3. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Member of Congress submitting a request involving an individual, to whom the record pertains, when the individual has requested assistance from the Member with respect to the subject matter of the record.
4. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to a contractor of the Agency having need for the information in order to perform a contract. Recipients of information shall be required to comply with the requirements of the Privacy Act of 1974, as amended, pursuant to 5 U.S.C. 552a(m).
5. A record related to an International Application filed under the Patent Cooperation Treaty in this system of records may be disclosed, as a routine use, to the International Bureau of the World Intellectual Property Organization, pursuant to the Patent Cooperation Treaty.
6. A record in this system of records may be disclosed, as a routine use, to another federal agency for purposes of National Security review (35 U.S.C. 181) and for review pursuant to the Atomic Energy Act (42 U.S.C. 218(c)).
7. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the Administrator, General Services, or his/her designee, during an inspection of records conducted by GSA as part of that agency's responsibility to recommend improvements in records management practices and programs, under authority of 44 U.S.C. 2904 and 2906. Such disclosure shall be made in accordance with the GSA regulations governing inspection of records for this purpose, and any other relevant (i.e., GSA or Commerce) directive. Such disclosure shall not be used to make determinations about individuals.
8. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to the public after either publication of the application pursuant to 35 U.S.C. 122(b) or issuance of a patent pursuant to 35 U.S.C. 151. Further, a record may be disclosed, subject to the limitations of 37 CFR 1.14, as a routine use, to the public if the record was filed in an application which became abandoned or in which the proceedings were terminated and which application is referenced by either a published application, an application open to public inspections or an issued patent.
9. A record from this system of records may be disclosed, as a routine use, to a Federal, State, or local law enforcement agency, if the USPTO becomes aware of a violation or potential violation of law or regulation.

Receipt date: 10/12/2018

15/799,045 -- GAU: 2837

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (03-15)

Approved for use through 07/31/2018. OMB 0851-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

|                                                                                                     |                        |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|
| <b>INFORMATION DISCLOSURE<br/>STATEMENT BY APPLICANT</b><br>( Not for submission under 37 CFR 1.99) | Application Number     | 15779045           |
|                                                                                                     | Filing Date            | 2017-10-31         |
|                                                                                                     | First Named Inventor   | Robert Dean King   |
|                                                                                                     | Art Unit               | 2837               |
|                                                                                                     | Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
|                                                                                                     | Attorney Docket Number | 273252-8           |

| U.S.PATENTS                                                                                 |         |                    |                        |                  |                                                 |                                                                          | Remove |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| Examiner Initial*                                                                           | Cite No | Patent Number      | Kind Code <sup>1</sup> | Issue Date       | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear |        |
|                                                                                             | 1       | 8387730            | B2                     | 2013-03-05       | Bouchon                                         |                                                                          |        |
|                                                                                             | 2       | 9561719            | B2                     | 2017-02-07       | Lo et al.                                       |                                                                          |        |
| If you wish to add additional U.S. Patent citation information please click the Add button. |         |                    |                        |                  |                                                 |                                                                          | Add    |
| U.S.PATENT APPLICATION PUBLICATIONS                                                         |         |                    |                        |                  |                                                 |                                                                          | Remove |
| Examiner Initial*                                                                           | Cite No | Publication Number | Kind Code <sup>1</sup> | Publication Date | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear |        |
|                                                                                             | 1       | 20030150352        | A1                     | 2003-08-14       | Kumar                                           |                                                                          |        |
|                                                                                             | 2       | 20040069548        | A1                     | 2004-04-15       | Kira et al.                                     |                                                                          |        |
|                                                                                             | 3       | 20060169548        | A1                     | 2006-08-03       | Corbett et al.                                  |                                                                          |        |
|                                                                                             | 4       | 20100219794        | A1                     | 2020-09-02       | Sugimoto et al.                                 |                                                                          |        |

Receipt date: 10/12/2018

15/799,045 - GAT: 2837

**INFORMATION DISCLOSURE  
STATEMENT BY APPLICANT**  
( Not for submission under 37 CFR 1.99)

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Application Number     | 15779045           |
| Filing Date            | 2017-10-31         |
| First Named Inventor   | Robert Dean King   |
| Art Unit               | 2837               |
| Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
| Attorney Docket Number | 273252-8           |

|   |             |    |            |              |
|---|-------------|----|------------|--------------|
| 5 | 20110101915 | A1 | 2011-05-05 | Mitsutani    |
| 6 | 20130030630 | A1 | 2013-01-31 | Luke et al.  |
| 7 | 20070158118 | A1 | 2007-07-12 | King         |
| 8 | 20140077737 | A1 | 2014-03-20 | Zhang et al. |

If you wish to add additional U.S. Published Application citation information please click the Add button.

Add

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

Remove

| Examiner Initial* | Cite No | Foreign Document Number <sup>3</sup> | Country Code <sup>2</sup> | Kind Code <sup>4</sup> | Publication Date | Name of Patentee or Applicant of cited Document | Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear | T <sup>5</sup> |
|-------------------|---------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                   | 1       | 2004-260904                          | JP                        | A                      | 2004-09-16       | TOYOTA MOTOR CORP                               | With English Abstract Only                                               |                |
|                   | 2       | 2008-312382                          | JP                        | A                      | 2008-12-25       | TOYOTA MOTOR CORP                               | With English Abstract Only                                               |                |
|                   | 3       | 2013-0063893                         | KR                        | A                      | 2013-06-17       | HYUNDAI MOTOR CO LTD                            | With English Abstract Only                                               |                |
|                   | 4       | 2013/008328                          | WO                        | A1                     | 2013-01-17       | TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA                 | With English Abstract Only                                               |                |

If you wish to add additional Foreign Patent Document citation information please click the Add button.

Add

**NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS**

Remove

Receipt date: 10/12/2018

15/799,045 -- GAI: 2837

**INFORMATION DISCLOSURE  
STATEMENT BY APPLICANT**  
( Not for submission under 37 CFR 1.99)

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Application Number     | 15779045           |
| Filing Date            | 2017-10-31         |
| First Named Inventor   | Robert Dean King   |
| Art Unit               | 2837               |
| Examiner Name          | GLASS, ERICK DAVID |
| Attorney Docket Number | 273252-8           |

| Examiner<br>Initials* | Cite<br>No | Include name of the author (in CAPITAL LETTERS), title of the article (when appropriate), title of the item (book, magazine, journal, serial, symposium, catalog, etc), date, pages(s), volume-issue number(s), publisher, city and/or country where published. | T <sup>5</sup> |
|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                       | 1          | Copy of Office Action for corresponding KR Application No.: 10-2015-0116684 dated 27 February 2018                                                                                                                                                              |                |

If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button

**EXAMINER SIGNATURE**

|                    |                 |                 |            |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------|
| Examiner Signature | /ERICK D GLASS/ | Date Considered | 11/17/2018 |
|--------------------|-----------------|-----------------|------------|

\*EXAMINER: Initial if reference considered, whether or not citation is in conformance with MPEP 609. Draw line through a citation if not in conformance and not considered. Include copy of this form with next communication to applicant.

<sup>1</sup> See Kind Codes of USPTO Patent Documents at [www.USPTO.GOV](http://www.USPTO.GOV) or MPEP 901.04. <sup>2</sup> Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). <sup>3</sup> For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. <sup>4</sup> Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. <sup>5</sup> Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.