

**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

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)	2018-10-12
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.

~~ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.G./~~

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (02-18)

Approved for use through 11/30/2020. OMB 0651-0031

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.

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

U.S.PATENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	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 ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	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 ³	Country Code ^{2j}	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear T ⁵
	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 ⁵

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	

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

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.

Electronic Acknowledgement Receipt	
EFS ID:	34144602
Application Number:	15799045
International Application Number:	
Confirmation Number:	9433
Title of Invention:	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME
First Named Inventor/Applicant Name:	Robert Dean King
Customer Number:	131278
Filer:	Craig Michael Drachtman/Colleen Maroney
Filer Authorized By:	Craig Michael Drachtman
Attorney Docket Number:	273252-8
Receipt Date:	29-OCT-2018
Filing Date:	31-OCT-2017
Time Stamp:	14:43:12
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment		no			
File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	273252_8_IDS.pdf	1034476 b18971a6cnd369ffbd36n36ce6c1ef6601a e6a	no	4
Warnings:					

Information:	
Total Files Size (in bytes):	1034476
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. <u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> 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. <u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> 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. <u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> 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.	

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: October 12, 2018

REPLY PURSUANT TO 37 C.F.R. §1.111

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

Dear Examiner:

This Reply is being timely filed in response to the Non-final Office Action dated July 16, 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 ~~and the second traction motor~~, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears;
 - a gear assembly coupled to the second traction motor and 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;
 - 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 ~~transmission device~~ 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. (Currently Amended) The system of claim [[7]] 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. (Currently Amended) The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the ~~second~~ first traction motor is provided to the energy storage system.
11. (Currently Amended) The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the ~~second~~ first traction motor is provided to the ~~first~~ second traction motor.
12. (Currently Amended) The system of claim 1, wherein the control system is further configured to operate the ~~first~~ second traction motor as a generator to generate electrical power.
13. (Currently Amended) The system of claim 12, wherein the electrical power generated by the ~~first~~ 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 ~~and second 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 the second traction drive system and 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; and

operate the first traction drive system to generate electric power while operating the second traction drive system to drive the vehicle through the ~~transmission device~~ 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. (Currently Amended) The system of claim [[17]] 14, further comprising a wheel/axle assembly coupled to the gear assembly.
19. (Currently Amended) The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the ~~second~~ first traction drive system is provided to the energy storage system.
20. (Currently Amended) The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the ~~second~~ first traction drive system is provided to the ~~first~~ 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 ~~and the second AC motor~~, the transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears;
a gear assembly coupled to the second traction motor and 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; 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 ~~transmission device~~ 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 the second AC motor and 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; 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 ~~transmission device and~~ 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, 7, 10-14, 18, and 19-22 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 § 102

Claims 1-2, 7-15, and 18-22 are rejected under 35 U.S.C. § 102 as being anticipated by Bender (US 2006/0250902). 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 to the second traction motor and 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; 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.

Bender is directed to a plug-in hybrid propulsion system. Bender discloses a transmission, but only indicates the transmission may be an automatic or manual transmission that may include zero, one, or two clutches. *See* paragraph [0107]. As such, Bender does not disclose a “transmission device configured as an electrically variable transmission (EVT) that comprises an arrangement of planetary gears” as recited in amended claim 1. Further, as illustrated in Figure 2, Bender discloses two motor/generators connected to a transmission, which is then connected to a differential. As such, Bender does not disclose “a transmission device coupled to the

first traction motor” and “a gear assembly coupled to the second traction motor and 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 does not disclose “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 the second traction drive system and the transmission device”, as recited in amended claim 14. Further, Bender does not disclose “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 the second traction motor and the transmission device”, as recited in amended claim 21. Bender also does not disclose “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 the second AC motor and the transmission device”, as recited in amended claim 22. As such, allowance of independent claims 14, 21, and 22 is respectfully requested.

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

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 § 102 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 (03-15)

Approved for use through 07/31/2016. OMB 0651-0031

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.

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

U.S.PATENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	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 ¹	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.		

**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.

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	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

NON-PATENT LITERATURE DOCUMENTS

**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 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 ⁵
	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		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.

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

**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

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)	2018-10-12
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: JP2004260904 (A) — 2004-09-16

**FRONT AND REAR WHEEL DRIVER, METHOD FOR DRIVING MOTOR IN THE
SAME AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM STORED WITH
PROGRAM FOR MAKING COMPUTER PERFORM DRIVE OF MOTOR**

Inventor(s): YAMADA KOJI; TATEMATSU KAZUTAKA ± (YAMADA KOJI ;
TATEMATSU KAZUTAKA)

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

Classification: - **international:** **B60K17/04**; **B60L11/14**; (IPC1-7): B60K17/04;
B60L11/14
- **cooperative:** Y02T10/7077

**Application
number:** JP20030047676 20030225

**Priority number
(s):** JP20030047676 20030225

Abstract of JP2004260904 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a front and rear wheel driver including a booster system suitable for a vehicle which can travel by 4-WD running at a starting time. ;SOLUTION: The front and rear wheel driver 100 includes a battery 10, a reactor L1, capacitors C1, C2, controllers 11, 21, 31 and 51, a voltage sensor 13, a boosting IMP 20, IMPs 30, 50, current sensors 32, 52, a front motor 40, a rear motor 60, and an integrated controller 70. The boosting IMP 20 and the reactor L1 steps up a battery voltage from the battery 10. The IMP 30 drives the front motor 40 by the DC voltage from the boosting IMP 20. The IMP 50 drives the rear motor 60 by the battery voltage from the battery 10. ;COPYRIGHT: (C)2004,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2004-260804

(P2004-260804A)

(43) 公開日 平成16年9月16日 (2004.9.16)

(51) Int. Cl.⁷

F1

テーマコード (参考)

B60L 11/14

B60L 11/14

3D039

B60K 17/04

B60K 17/04

ZHVG

5H115

審査請求 未請求 請求項の数 14 OL (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2003-47676 (P2003-47676)

(22) 出願日 平成15年2月25日 (2003.2.25)

(71) 出願人 000009207

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 100112715

弁理士 松山 隆夫

(74) 代理人 100112852

弁理士 武藤 正

(72) 発明者 山田 浩二

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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 前後輪駆動装置、それにおけるモータ駆動方法およびモータの駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

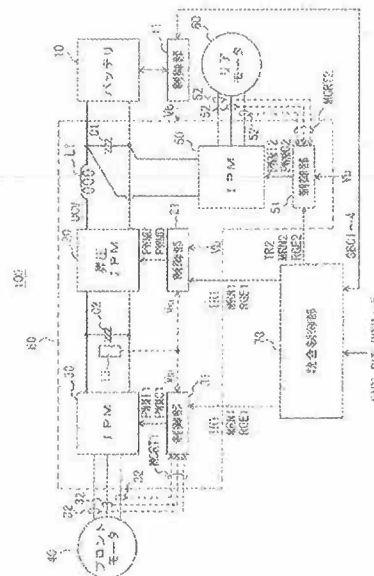
(57) 【要約】

【課題】 発進時に4WD走行が可能な車両に適した昇圧システムを含む前後輪駆動装置を提供する。

【解決手段】 前後輪駆動装置100は、バッテリー10と、リアアクトルL1と、コンデンサC1、C2と、制御部11、21、31、51と、電圧センサー13と、昇圧IPM20と、IPM30、50と、電流センサー32、52と、フロントモータ40と、リアモータ60と、統合制御部70とを備える。昇圧IPM20およびリアアクトルL1はバッテリー10からのバッテリー電圧を昇圧する。IPM30は、昇圧IPM20からの直流電圧によってフロントモータ40を駆動する。IPM50は、バッテリー10からのバッテリー電圧によってリアモータ60を駆動する。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源電圧を昇圧する昇圧回路と、
前記昇圧回路から出力された昇圧電圧によって駆動される第1のモータと、
前記電源電圧によって駆動される第2のモータとを備え、
前記第1のモータは、前後輪のいずれか一方の車輪を駆動し、
前記第2のモータは、前記前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する、前後輪駆動装置。

【請求項2】

前記第1のモータは、内燃機関からの回転力により発電し、または前記内燃機関を始動する、請求項1に記載の前後輪駆動装置。

【請求項3】

車両の発進時、前記第1のモータが前記一方の車輪を駆動し、かつ、前記第2のモータが前記他方の車輪を駆動するように前記第1および第2のモータを制御する制御手段をさらに備える、請求項1または請求項2に記載の前後輪駆動装置。

【請求項4】

前記昇圧電圧を受けて前記第1のモータを駆動する第1の駆動回路と、
前記電源電圧を受けて前記第2のモータを駆動する第2の駆動回路と、
前記第1の駆動回路を制御する第1の制御回路と、
前記第2の駆動回路を制御する第2の制御回路とをさらに備え、
前記昇圧回路、前記第1の駆動回路、第2の駆動回路、第1の制御回路および第2の制御回路は、1つのユニットを構成し、前記第1のモータに近接した位置に配置される、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の前後輪駆動装置。

【請求項5】

前記昇圧電圧を受けて前記第1のモータを駆動する第1の駆動回路と、
前記電源電圧を受けて前記第2のモータを駆動する第2の駆動回路と、
前記第1の駆動回路を制御する第1の制御回路と、
前記第2の駆動回路を制御する第2の制御回路とをさらに備え、
前記昇圧回路、前記第1の駆動回路および前記第1の制御回路は、第1のユニットを構成し、前記第1のモータに近接した位置に配置され、
前記第2の駆動回路および前記第2の制御回路は、第2のユニットを構成し、前記第2のモータに近接した位置に配置される、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の前後輪駆動装置。

【請求項6】

ブレーキ指示を受けると、電源容量が所定値未満のとき前記第1および第2のモータの少なくとも一方を回生ブレーキ用のモータとして機能するように制御するブレーキ制御手段をさらに備える、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の前後輪駆動装置。

【請求項7】

前記ブレーキ制御手段は、前記電源容量が前記所定値未満の範囲において、回生効率に基づいて決定されたモータを前記回生ブレーキ用のモータとして機能させる、請求項6に記載の前後輪駆動装置。

【請求項8】

前記ブレーキ制御手段は、前記電源容量の低下に伴い、前記回生効率の低いモータの順に回生ブレーキ用のモータとして機能させる、請求項7に記載の前後輪駆動装置。

【請求項9】

電源電圧を昇圧した昇圧電圧を受けて前後輪のいずれか一方の車輪を駆動する第1のモータと前記電源電圧を受けて前記前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する第2のモータとを含む前後輪駆動装置におけるモータ駆動方法であって、
ブレーキ指示を受ける第1のステップと、
前記電源電圧を出力する電源の容量を判定する第2のステップと、
前記第2のステップにおいて判定された容量が所定値未満のとき、前記第1および第2の

モータの少なくとも一方を回生ブレーキ用のモータとして機能させる第3のステップとを含むモータ駆動方法。

【請求項10】

前記第3のステップは、前記容量が前記所定値未満のとき、回生効率に基づいて決定されたモータを前記回生ブレーキ用のモータとして機能させる、請求項9に記載のモータ駆動方法。

【請求項11】

前記第3のステップは、前記容量の低下に伴い、前記回生効率の低いモータの順に前記回生ブレーキ用のモータとして機能させる、請求項10に記載のモータ駆動方法。

【請求項12】

電源電圧を昇圧した昇圧電圧を受けて前後輪のいずれか一方の車輪を駆動する第1のモータと前記電源電圧を受けて前記前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する第2のモータとを含む前後輪駆動装置におけるモータの駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

ブレーキ指示を受ける第1のステップと、
前記電源電圧を出力する電源の容量を判定する第2のステップと、
前記第2のステップにおいて判定された容量が所定値未満のとき、前記第1および第2のモータの少なくとも一方を回生ブレーキ用のモータとして機能させる第3のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項13】

前記第3のステップは、前記容量が前記所定値未満のとき、回生効率に基づいて決定されたモータを前記回生ブレーキ用のモータとして機能させる、請求項12に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項14】

前記第3のステップは、前記容量の低下に伴い、前記回生効率の低いモータの順に前記回生ブレーキ用のモータとして機能させる、請求項13に記載のコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、回生効率の良い前後輪駆動装置、それにおけるモータ駆動方法およびモータの駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体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電圧に変換し、その変換した交流電圧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においては、直流電源からの直流電圧を昇圧コンバータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧がモータを駆動するインバータに供給されることも提案されている(特開平8-214592号公報)。

【0005】

すなわち、ハイブリッド自動車または電気自動車は、図22に示すモータ駆動装置を搭載している。図22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、SR2と、コンデンサC1、C2と、双方向コンバータ310と、電圧センサー320と、インバータ330とを備える。

【0006】

直流電源Bは、直流電圧を出力する。システムリレーSR1、SR2は、制御装置（図示せず）によってオンされると、直流電源Bからの直流電圧をコンデンサC1に供給する。コンデンサC1は、直流電源BからシステムリレーSR1、SR2を介して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双方向コンバータ310へ供給する。

【0007】

双方向コンバータ310は、リアクトル311と、NPNトランジスタ312、313と、ダイオード314、315を含む。リアクトル311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312とNPNトランジスタ313との中間点、すなわち、NPNトランジスタ312のエミッタとNPNトランジスタ313のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタ312、313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312のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタ313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312、313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314、315が配置されている。

【0008】

双方向コンバータ310は、制御装置（図示せず）によってNPNトランジスタ312、313がオン/オフされ、コンデンサC1から供給された直流電圧を昇圧して出力電圧をコンデンサC2に供給する。また、双方向コンバータ310は、モータ駆動装置400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、交流モータM1によって発電され、インバータ330によって変換された直流電圧を降圧して直流電源Bに供給する。

【0009】

コンデンサC2は、双方向コンバータ310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インバータ330へ供給する。電圧センサー320は、コンデンサC2の両側の電圧、すなわち、双方向コンバータ310の出力電圧Vmを検出する。

【0010】

インバータ330は、コンデンサC2から直流電圧が供給されると制御装置（図示せず）からの制御に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動する。これにより、交流モータM1は、トルク指令値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330は、モータ駆動装置400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、交流モータM1が発電した交流電圧を制御装置からの制御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を介して双方向コンバータ310へ供給する。

【0011】

【特許文獻1】

特開平8-214592号公報

【0012】

【特許文獻2】

特開平11-332013号公報

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、特開平8-214592号公報には、発進時に4WD走行が可能な車両にとって最適な昇圧システムが提案されていない。

【0014】

それゆえに、この発明の目的は、発進時に4WD走行が可能な車両に適した昇圧システムを含む前後輪駆動装置を提供することである。

【0015】

また、この発明の別の目的は、発進時に4WD走行が可能な車両に適したモータ駆動方法を提供することである。

【0016】

さらに、この発明の別の目的は、発進時に4WD走行が可能な車両に適したモータの駆動制御をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することである。

【0017】

【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、前後輪駆動装置は、昇圧回路と、第1および第2のモータとを備える。昇圧回路は、電源電圧を昇圧する。第1のモータは、昇圧回路から出力された昇圧電圧によって駆動される。第2のモータは、電源電圧によって駆動される。そして、第1のモータは、前後輪のいずれか一方の車輪を駆動する。第2のモータは、前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する。

【0018】

好ましくは、第1のモータは、内燃機関からの回転力により発電し、または内燃機関を始動する。

【0019】

好ましくは、前後輪駆動装置は、制御手段をさらに備える。制御手段は、車両の発進時、第1のモータが一方の車輪を駆動し、かつ、第2のモータが他方の車輪を駆動するように第1および第2のモータを制御する。

【0020】

好ましくは、前後輪駆動装置は、第1および第2の駆動回路と、第1および第2の制御回路とをさらに備える。第1の駆動回路は、昇圧電圧を受けて第1のモータを駆動する。第2の駆動回路は、電源電圧を受けて第2のモータを駆動する。第1の制御回路は、第1の駆動回路を制御する。第2の制御回路は、第2の駆動回路を制御する。そして、昇圧回路、第1の駆動回路、第2の駆動回路、第1の制御回路および第2の制御回路は、1つのユニットを構成し、第1のモータに近接した位置に配置される。

【0021】

好ましくは、前後輪駆動装置は、第1および第2の駆動回路と、第1および第2の制御回路とをさらに備える。第1の駆動回路は、昇圧電圧を受けて第1のモータを駆動する。第2の駆動回路は、電源電圧を受けて第2のモータを駆動する。第1の制御回路は、第1の駆動回路を制御する。第2の制御回路は、第2の駆動回路を制御する。そして、昇圧回路、第1の駆動回路および第1の制御回路は、第1のユニットを構成し、第1のモータに近接した位置に配置される。また、第2の駆動回路および第2の制御回路は、第2のユニットを構成し、第2のモータに近接した位置に配置される。

【0022】

好ましくは、前後輪駆動装置は、ブレーキ制御手段を備える。ブレーキ制御手段は、ブレーキ指示を受けると、電源容量が所定値未満のとき第1および第2のモータの少なくとも一方を回生ブレーキ用のモータとして機能するように制御する。

【0023】

好ましくは、ブレーキ制御手段は、電源容量が所定値未満の範囲において、回生効率に基づいて決定されたモータを回生ブレーキ用のモータとして機能させる。

【0024】

好ましくは、ブレーキ制御手段は、電源容量の低下に伴い、回生効率の低いモータの順に回生ブレーキ用のモータとして機能させる。

【0025】

また、この発明によれば、モータ駆動方法は、電源電圧を昇圧した昇圧電圧を受けて前後

輪のいずれか一方の車輪を駆動する第1のモータと電源電圧を受けて前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する第2のモータとを含む前後輪駆動装置におけるモータ駆動方法であって、ブレーキ指示を受ける第1のステップと、電源電圧を出力する電源の容量を判定する第2のステップと、第2のステップにおいて判定された容量が所定値未満のとき、第1および第2のモータの少なくとも一方を回生ブレーキ用のモータとして機能させる第3のステップとを含む。

【0026】

好ましくは、第3のステップは、容量が所定値未満のとき、回生効率に基づいて決定されたモータを回生ブレーキ用のモータとして機能させる。

【0027】

好ましくは、第3のステップは、容量の低下に伴い、回生効率の低いモータの順に回生ブレーキ用のモータとして機能させる。

【0028】

さらに、この発明によれば、電源電圧を昇圧した昇圧電圧を受けて前後輪のいずれか一方の車輪を駆動する第1のモータと電源電圧を受けて前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する第2のモータとを含む前後輪駆動装置におけるモータの駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体は、ブレーキ指示を受ける第1のステップと、電源電圧を出力する電源の容量を判定する第2のステップと、第2のステップにおいて判定された容量が所定値未満のとき、第1および第2のモータの少なくとも一方を回生ブレーキ用のモータとして機能させる第3のステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体である。

【0029】

好ましくは、第3のステップは、容量が所定値未満のとき、回生効率に基づいて決定されたモータを回生ブレーキ用のモータとして機能させる。

【0030】

好ましくは、第3のステップは、容量の低下に伴い、回生効率の低いモータの順に回生ブレーキ用のモータとして機能させる。

【0031】

この発明においては、電源電圧を昇圧した昇圧電圧と電源電圧とによって2つのモータが駆動される。そして、昇圧電圧によって駆動されるモータは前後輪のいずれか一方の車輪を駆動し、電源電圧によって駆動されるモータは前後輪のいずれか他方の車輪を駆動する。また、電源電圧によって駆動されるモータが発電した電力を電源へ直接回生する。

【0032】

したがって、この発明によれば、2つのモータのうち、一方のモータは電源電圧によって駆動されるので、2つのモータを同時に駆動させることが容易である。その結果、2つのモータを同時に駆動させるモードにおいて必要なトルクを容易に確保できる。

【0033】

また、昇圧電圧は電源電圧によって駆動されるモータへ供給されないので、このモータへの入力経路の消費電圧要求を下げることができ、システムを簡素化・低コスト化できる。さらに、電源電圧によって駆動されるモータが発電した電力の回生効率を高くできる。

【0034】

【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。

【0035】

【実施の形態1】

図1を参照して、この発明の実施の形態1による前後輪駆動装置100は、バッテリー10と、リアアクトル1と、コンデンサC1、C2と、制御部11、21、31、51と、電圧センサー13と、昇圧IPM(Intelligent Power Module)20と、IPM30、50と、電流センサー32、52と、フロントモータ40と、リア

モータ60と、統合制御部70とを備える。

【0036】

バッテリー10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。そして、バッテリー10は、制御部11からの制御によって直流電圧を出力し、またはコンデンサC1を介して供給される直流電圧によって充電される。

【0037】

制御部11は、統合制御部70からの制御に基づいて直流電圧を出力するようにバッテリー10を制御する。また、制御部11は、バッテリー10のバッテリー電圧Vbを検出し、その検出したバッテリー電圧Vbを制御部21、51へ出力する。さらに、制御部11は、バッテリー10から出力される直流電流を積算し、その積算値に基づいてバッテリー10の容量SOC(State Of Charge)を推定する。そして、制御部11は、推定した容量SOCをバッテリー10の温度によって補正し、その補正した容量SOCが満充電量の40%～80%の範囲になるようにバッテリー10を制御する。さらに、制御部11は、容量SOCのレベルに応じて信号SBC1～4を生成して統合制御部70へ出力する。

【0038】

なお、信号SBC1は、容量SOCがA%以上～80%以下であることを示す信号である。信号SBC2は、容量SOCがB(<A)%以上～A%未満であることを示す信号である。信号SBC3は、容量SOCがC(<B)%以上～B%未満であることを示す信号である。信号SBC4は、容量SOCが40%以上～C%未満であることを示す信号である。

【0039】

コンデンサC1は、バッテリー10からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をリアクトルL1およびIPM50へ供給する。リアクトルL1は、昇圧IPM20によるスイッチング制御の結果、バッテリー10から供給される直流電力を蓄積する。

【0040】

昇圧IPM20は、制御部21からの信号PWMUに応じて、バッテリー10からの直流電流をスイッチング制御してリアクトルL1に直流電力を蓄積し、リアクトルL1に蓄積された直流電力に応じた直流電圧をコンデンサC2を介してIPM30へ供給する。

【0041】

また、昇圧IPM20は、制御部21からの信号PWMDに応じて、コンデンサC2を介してIPM30から供給された直流電圧を降圧してバッテリー10に供給する。

【0042】

制御部21は、統合制御部70からのトルク指定値TR1、フロントモータ40のモータ回転数MRN1、制御部11からのバッテリー電圧Vbおよび電圧センサー13からの出力電圧Vmに基づいて、フロントモータ40がトルク指令値TR1によって指定されたトルクを出力するときに昇圧IPM20を駆動するための信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧IPM20へ出力する。

【0043】

信号PWMUは、バッテリー10からのバッテリー電圧Vbを出力電圧Vmに変換する場合に昇圧IPM20を駆動するための信号である。そして、制御部21は、昇圧IPM20がバッテリー電圧Vbを出力電圧Vmに変換する場合に、出力電圧Vmをフィードバック制御し、出力電圧Vmが指令された電圧指令Vdec omになるように昇圧IPM20を駆動するための信号PWMUを生成する。信号PWMUの生成方法については後述する。

【0044】

また、制御部21は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、統合制御部70からの信号RGE1に応じてIPM30から供給された直流電圧を降圧するための信号PWMDを生成し、その生成した信号PWMDを昇圧IPM20へ出力する。

【0045】

コンデンサC2は、昇圧IPM20から出力された直流電圧を平滑化し、その平滑化した

直流電圧をIPM30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、昇圧IPM20の出力電圧Vm (IPM30への入力電圧に相当する。以下、同じ。)を検出し、その検出した出力電圧Vmを制御部21へ出力する。

【0046】

IPM30は、より具体的にはインバータから成る。そして、IPM30は、制御部31からの信号PWM11に応じて、コンデンサC2を介して供給された直流電圧を交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によってフロントモータ40を駆動する。

【0047】

また、IPM30は、制御部31からの信号PWMC1に応じて、フロントモータ40が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧IPM20へ供給する。

【0048】

制御部31は、統合制御部70からのトルク指令値TR1、モータ回転数MRN1、電圧センサー13からの出力電圧Vmおよび電流センサー32からのモータ電流MCRT1に基づいてIPM30を駆動するための信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をIPM30へ出力する。

【0049】

また、制御部31は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、統合制御部70からの信号RGE1に応じて、フロントモータ40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PWMC1を生成し、その生成した信号PWMC1をIPM30へ出力する。

【0050】

電流センサー32は、フロントモータ40の各相に流れるモータ電流MCRT1を検出し、その検出したモータ電流MCRT1を制御部31へ出力する。

【0051】

フロントモータ40は、ハイブリッド自動車の駆動輪(前輪)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。また、フロントモータ40は、エンジンにて駆動される発電機の機能を有するように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなモータである。なお、フロントモータ40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る。

【0052】

IPM50は、より具体的にはインバータから成る。IPM50は、バッテリー10からのバッテリー電圧Vb(「電源電圧」とも言う。以下、同じ。)をコンデンサC1を介して受け、その受けたバッテリー電圧Vbを制御部51からの信号PWM12に応じて交流電圧に変換し、その変換した交流電圧によってリアモータ60を駆動する。

【0053】

また、IPM50は、制御部51からの信号PWMC2に応じて、リアモータ60が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC1を介してバッテリー10へ供給する。

【0054】

制御部51は、統合制御部70からのトルク指令値TR2、リアモータ60のモータ回転数MRN2、制御部11からのバッテリー電圧Vbおよび電流センサー52からのモータ電流MCRT2に基づいてIPM50を駆動するための信号PWM12を生成し、その生成した信号PWM12をIPM50へ出力する。

【0055】

また、制御部51は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の回生制動時、統合制御部70からの信号RGE2に応じて、リアモータ60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PWMC2を生成し、その生成した信号PWMC2をIPM50へ出力する。

【0056】

電流センサー52は、リアモータ60の各相に流れるモータ電流MCRT2を検出し、その検出したモータ電流MCRT2を制御部51へ出力する。

【0057】

リアモータ60は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の後輪を駆動する駆動モータ、および後輪の回転力によって発電する発電機として機能する。なお、リアモータ60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る。

【0058】

統合制御部70は、前後輪駆動装置100の外部ECU(Electrical Control Unit)から信号STRT、RGE、DRV1〜5を受ける。信号STRTは、前後輪駆動装置100を起動するための信号である。また、信号RGEは、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号である。さらに、DRV1〜5は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の各々の状態を示す信号である。

【0059】

より具体的には、信号DRV1は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の発進時を示す信号である。信号DRV2は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにあることを示す信号である。信号DRV3は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が中速低負荷走行モードにあることを示す信号である。信号DRV4は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が加速・急加速モードにあることを示す信号である。信号DRV5は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が低速走行モードにあることを示す信号である。

【0060】

統合制御部70は、信号STRT、DRV1〜5を受けると、表1に示すトルク指令値TR1(TR11、TR12、TR13、TR14から成る。)およびトルク指令値TR2(TR21、TR22、TR23から成る。)を生成する。そして、統合制御部70は、生成したトルク指令値TR1を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指令値TR2を制御部51へ出力する。

【0061】

【表1】

	フロントモータの トルク指令値 TR1	リアモータの トルク指令値 TR2
STRT	TR11	...
DRV1	TR12	TR21
DRV2	TR13	...
DRV3	TR11	...
DRV4	TR14	TR22
DRV5	...	TR23

【0062】

トルク指令値TR11は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車のエンジンを始動するためにフロントモータ40を駆動するためのトルク指令値である。トルク指令値TR12は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の発進時にフロントモータ40を駆動するためのトルク指令値である。トルク指令値TR13は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合にフロントモータ40を駆動するためのトルク指令値である。トルク指令値TR14は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が加速・急加速モードにある場合にフ

ントモータ40を駆動するためのトルク指令値である。

【0063】

トルク指令値TR21は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の発進時にリアモータ60を駆動するためのトルク指令値である。トルク指令値TR22は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が加速・急加速モードにある場合にリアモータ60を駆動するためのトルク指令値である。トルク指令値TR23は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が低速走行モードにある場合にリアモータ60を駆動するためのトルク指令値である。

【0064】

したがって、統合制御部70は、外部ECUからの信号STRTに応じてトルク指令値TR11を生成し、その生成したトルク指令値TR11を制御部21、31へ出力する。また、統合制御部70は、外部ECUからの信号DRV1に応じてトルク指定値TR12、TR21を生成し、その生成したトルク指令値TR12を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指定値TR21を制御部51へ出力する。

【0065】

さらに、統合制御部70は、外部ECUからの信号DRV2に応じてトルク指令値TR13を生成し、その生成したトルク指令値TR13を制御部21、31へ出力する。

【0066】

さらに、統合制御部70は、外部ECUからの信号DRV3に応じてトルク指令値TR11を生成し、その生成したトルク指令値TR11を制御部21、31へ出力する。

【0067】

さらに、統合制御部70は、外部ECUからの信号DRV4に応じてトルク指令値TR14、TR22を生成し、その生成したトルク指令値TR14を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指令値TR22を制御部51へ出力する。

【0068】

さらに、統合制御部70は、外部ECUからの信号DRV5に応じてトルク指令値TR23を生成し、その生成したトルク指令値TR23を制御部51へ出力する。なお、統合制御部70は、外部ECUからの信号DRV5に応じて、フロントモータ40を駆動モードから回生モードへ移行させるための信号RGE01（RGE1の一種）を生成し、その生成した信号RGE01を制御部21、31へ出力する。

【0069】

統合制御部70は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が減速・制動モードに入ったとき外部ECUから信号RGEを受ける。そして、統合制御部70は、信号RGEを受けると、制御部11からの信号SBC1～4に応じて表2に示す信号RGE1（信号RGE11、RGE12から成る。）および信号RGE2（信号RGE21、RGE22から成る。）を生成し、その生成した信号RGE1を制御部21、31へ出力し、生成した信号RGE2を制御部51へ出力する。

【0070】

【表2】

	フロントモータへの 回生指示信号 RGE1	リアモータへの 回生指示信号 RGE2
SBC1	...	...
SBC2	RGE11	...
SBC3	...	RGE21
SBC4	RGE12	RGE22

【0071】

信号RGE11は、バッテリー10の容量SOCがB%以上～A%未満である場合にフロン

トモータ40を再生させるための信号である。信号RGE12は、バッテリー10の容量SOCが40%以上～C%未満である場合にフロントモータ40を再生させるための信号である。信号RGE21は、バッテリー10の容量SOCがC%以上～B%未満である場合にリアモータ60を再生させるための信号である。信号RGE22は、バッテリー10の容量SOCが40%以上～C%未満である場合にリアモータ60を再生させるための信号である。

【0072】

したがって、統合制御部70は、制御部11からの信号SBC2に応じて信号RGE11を生成し、その生成した信号RGE11を制御部21、31へ出力する。また、統合制御部70は、制御部11からの信号SBC3に応じて信号RGE21を生成し、その生成した信号RGE21を制御部51へ出力する。さらに、統合制御部70は、制御部11からの信号SBC4に応じて信号RGE12、RGE22を生成し、その生成した信号RGE12を制御部21、31へ出力し、生成した信号RGE22を制御部51へ出力する。

【0073】

なお、前後輪駆動装置100においては、コンデンサC1、C2、リアクトルL1、昇圧IPM20、制御部21、31、51およびIPM30、50は、1つのPCU(Power Control Unit)に収納され、ハイブリッド自動車に搭載される。

【0074】

また、リアクトルL1および昇圧IPM20は、昇圧コンバータUCVを構成する。

【0075】

図2を参照して、制御部11が推定したバッテリー10の容量SOCをバッテリー10の温度により補正する理由について説明する。バッテリー10のバッテリー電圧Vbおよび容量SOCは、図2に示す関係を満たす。すなわち、バッテリー電圧Vbと容量SOCとの関係は、バッテリー10の温度によって曲線k1～k3のように変化する。特に、容量SOCが満充電量の20～80%になるときのバッテリー電圧Vbと容量SOCとの関係はバッテリー10の温度によって大きく変化する。したがって、バッテリー10からの直流電流を積算した積算値は、直流電流がバッテリー10から流れ出るときはバッテリー10から放電された容量を意味し、直流電流がバッテリー10に供給されるときはバッテリー10が充電された容量を意味するので、積算値から推定した現在の容量SOCが満充電量の20～80%の範囲に入るとき、その推定した現在の容量SOCが曲線k1～k3のいずれの曲線上にあるかを温度によって補正する必要があるからである。この場合、積算値から推定した現在の容量SOCを温度により補正することは、積算値がバッテリー10に充放電された容量を意味するので、積算値を補正することに相当する。

【0076】

したがって、制御部11は、積算値をバッテリー10の温度によって補正し、バッテリー10の容量SOCが図2に示す曲線k1～k3のいずれに従うかを決定する。そして、制御部11は、決定した曲線(曲線k1～k3のいずれか)上で、A%、B%、およびC%の基準値を抽出し、推定した容量SOCがA%以上～80%以下、B%以上～A%未満、C%以上～B%未満および40%以上～C%未満のいずれの範囲にあるかを検出し、その検出した結果に応じて信号SBC1～4のいずれかを生成して統合制御部70へ出力する。

【0077】

図3は、図1に示すIPM30、50の回路図を示す。図3を参照して、IPM30、50の各々は、U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17から成るインバータである。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1とアースライン2との間に並列に接続される。

【0078】

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のコレクター・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。

【0079】

IPM30の各相アームの中間点は、フロントモータ40の各相コイルの各相端に接続されている。また、IPM50の各相アームの中間点は、リアモータ60の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、フロントモータ40は、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。また、リアモータ60は、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。

【0080】

そして、IPM30、50のNPNトランジスタQ3～Q8は、信号PWM11、PWM12、PWMC1、PWMC2によってオン/オフされる。これにより、IPM30は、昇圧IPM20からの直流電圧を信号PWM11に応じて交流電圧に変換してフロントモータ40を駆動し、フロントモータ40が発電した交流電圧を信号PWMC1に応じて直流電圧に変換して昇圧IPM20へ供給する。また、IPM50は、バッテリー10からのバッテリー電圧Vbを信号PWM12に応じて交流電圧に変換してリアモータ60を駆動し、リアモータ60が発電した交流電圧を信号PWMC2に応じて直流電圧に変換してバッテリー10へ供給する。

【0081】

図4は、図1に示す昇圧IPM20の回路図を示す。図4を参照して、昇圧IPM20は、NPNトランジスタQ1、Q2と、ダイオードD1、D2を含む。NPNトランジスタQ1とNPNトランジスタQ2との中間点は、リアクトルL1の一端に接続される。NPNトランジスタQ1、Q2は、電源ライン1とアースライン2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1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2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。

【0082】

そして、NPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMU、PWMDによってオン/オフされる。これにより、昇圧IPM20は、リアクトルL1と協働して、信号PWMUに応じてバッテリー電圧Vbを出力電圧Vmに昇圧してIPM30へ供給し、IPM30からの直流電圧を信号PWMDに応じて降圧してバッテリー10へ供給する。

【0083】

図5は、図1に示す制御部21の一部の機能である昇圧制御手段201の機能ブロック図を示す。図5を参照して、昇圧制御手段201は、インバータ入力電圧指令演算部202と、コンバータ用デューティ比演算部203と、コンバータ用PWM信号変換部204とを含む。

【0084】

インバータ入力電圧指令演算部202は、トルク指令値TR1（トルク指令値TR11、TR12、TR13、TR14のいずれか）およびモータ回転数MRN1に基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令Vdc_comを演算し、その演算した電圧指令Vdc_comをコンバータ用デューティ比演算部203へ出力する。

【0085】

コンバータ用デューティ比演算部203は、制御部11からのバッテリー電圧Vbに基づいて、電圧センサー13からの出力電圧Vmをインバータ入力電圧指令演算部202からの電圧指令Vdc_com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204へ出力する。

【0086】

コンバータ用PWM信号変換部204は、コンバータ用デューティ比演算部203からのデューティ比に基づいて昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2をオン/オフするための信号PWMUを生成する。そして、コンバータ用PWM信号変換部204は、生成した信号PWMUを昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2へ出力する。

【0087】

なお、昇圧IPM20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1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1の電圧をバッテリー10の出力電圧以上の任意の電圧に制御可能である。

【0088】

図6は、図1に示す制御部31、51の一部の機能であるモータトルク制御手段300の機能ブロック図を示す。図6を参照して、モータトルク制御手段300は、モータ制御用相電圧演算部301と、インバータ用PWM信号変換部302を含む。

【0089】

モータ制御用相電圧演算部301は、昇圧コンバータICV（昇圧IPM20およびリアクトルL1から成る。）の出力電圧Vm、すなわち、IPM30への入力電圧を電圧センサー13から受け、フロントモータ40の各相に流れるモータ電流MCRT1を電流センサー32から受け、トルク指令値TR1（トルク指令値TR11、TR12、TR13、TR14のいずれか）を統合制御部70から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部301は、これらの入力される信号に基づいて、フロントモータ40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RET1をインバータ用PWM信号変換部302へ供給する。

【0090】

また、モータ制御用相電圧演算部301は、バッテリー電圧Vbを制御部11から受け、リアモータ60の各相に流れるモータ電流MCRT3を電流センサー52から受け、トルク指令値TR2（トルク指令値TR21、TR22、TR23のいずれか）を統合制御部70から受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部301は、これらの入力される信号に基づいて、リアモータ60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RET2をインバータ用PWM信号変換部302へ供給する。

【0091】

インバータ用PWM信号変換部302は、モータ制御用相電圧演算部301から受けた計算結果RET1に基づいて、実際にIPM30の各NPNトランジスタQ3～Q8をオン/オフする信号PWMI1を生成し、その生成した信号PWMI1をIPM30の各NPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0092】

これにより、各NPNトランジスタQ3～Q8は、スイッチング制御され、フロントモータ40が指令されたトルクを出力するようにフロントモータ40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TR1に応じたモータトルクが出力される。

【0093】

また、インバータ用PWM信号変換部302は、モータ制御用相電圧演算部301から受けた計算結果RET2に基づいて、実際にIPM50の各NPNトランジスタQ3～Q8をオン/オフする信号PWMI2を生成し、その生成した信号PWMI2をIPM50の各NPNトランジスタQ3～Q8へ出力する。

【0094】

これにより、各NPNトランジスタQ3～Q8は、スイッチング制御され、リアモータ60が指定されたトルクを出力するようにリアモータ60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TR2に応じたモータトルクが

出力される。

【0095】

図7は、図1に示すPCU80の下層の平面図を示す。図7を参照して、PCU80は、昇圧IPM20と、IPM30、50と、リアクトルL1と、コンデンサC1と、入力端子81と、出力端子82、83を含む。

【0096】

入力端子81は、バッテリー10から直流電圧を受ける。コンデンサC1は、入力端子81に近接して配置される。リアクトルL1は、コンデンサC1に隣接して配置される。そして、コンデンサC1およびリアクトルL1は、PCU80の短辺に沿って配置される。

【0097】

昇圧IPM20は、リアクトルL1に隣接して配置される。IPM30は、出力端子82に近接して配置される。IPM50は、出力端子83に近接して配置される。そして、昇圧IPM20およびIPM30、50は、コンデンサC1およびリアクトルL1の配置領域以外の領域にPCU80の短辺に沿って配置される。

【0098】

IPM30は、出力端子82を介してフロントモータ40へ交流電圧を供給し、またはフロントモータ40から交流電圧を受ける。また、IPM50は、出力端子83を介してリアモータ60へ交流電圧を供給し、またはリアモータ60から交流電圧を受ける。

【0099】

図8は、図1に示すPCU80の上層の平面図を示す。図8を参照して、PCU80は、制御部21、31、51と、制御基板84と、コンデンサC2を含む。コンデンサC2は、図7に示すコンデンサC1およびリアクトルL1の上側にPCU80の短辺に沿って配置される。制御基板84は、図7に示す昇圧IPM20およびIPM30、50の上側に配置される。そして、制御部21、31、51は、制御基板84に固定される。この場合、制御部21、31、51は、それぞれ、昇圧IPM20、IPM30およびIPM50の上側に位置するように制御基板84に固定される。

【0100】

このように、図8に示す上層は、図7に示す下層の上側に位置する。

図9は、図7および図8のA-A線における断面図を示す。図9を参照して、コンデンサC1は、PCU80の底面85上に配置され、コンデンサC2は、コンデンサC1上に配置される。IPM50は、底面85上に配置され、制御部51は、IPM50上に配置される。そして、冷却部86が底面85の外側に設置される。これにより、PCU80は、冷却される。

【0101】

図10は、図1に示す前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の断面図を示す。図10を参照して、前後輪駆動装置100のフロントモータ40は、ハイブリッド自動車110の前輪111に近接して配置される。PCU80は、フロントモータ40の近くに配置され、ケーブル91を介してフロントモータ40と接続される。

【0102】

リアモータ60は、ハイブリッド自動車110の後輪112に近接して配置される。バッテリー10は、リアモータ60の近くに配置される。PCU80は、ケーブル90を介してバッテリー10と接続され、ケーブル92を介してリアモータ60と接続される。

【0103】

このように、前後輪駆動装置100のPCU80は、ハイブリッド自動車110の前輪111の近くに配置される。

【0104】

なお、ケーブル90は、(+)、(-)を有する高圧直流電源線である。また、ケーブル91、92は、U相、V相、W相を有するモータ駆動線である。

【0105】

図11は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が減速・制動モードに

入ったときの前後輪駆動装置100における動作を説明するためのフローチャートである。図11を参照して、一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号RGEを受けたか否かを判定することによりブレーキがオン(ON)されたか否かを判定する(ステップS1)。この場合、統合制御部70は、外部ECUから信号RGEを受ければ、ブレーキがオンされたと判定し、信号RGEを受けていなければブレーキはオンされていないと判定する。

【0106】

そして、ステップS1において、ブレーキがオンされていないと判定されたとき、一連の動作は終了する。一方、ステップS1において、ブレーキがオンされていると判定されたとき、統合制御部70は、制御部11から受けた信号SBC1~4に基づいてバッテリー10の容量SOCがA%以上~80%以下であるか否かを判定する(ステップS2)。この場合、統合制御部70は、制御部11から信号SBC1を受けているとき、バッテリー10の容量SOCがA%以上~80%以下であると判定し、制御部11から信号SBC2~4のいずれかを受けているとき、バッテリー10の容量SOCはA%以上~80%以下ではないと判定する。

【0107】

ステップS2において、バッテリー10の容量SOCがA%以上~80%以下であると判定されたとき、統合制御部70は、何も信号を生成しない。この場合、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車は、機械ブレーキによって前輪および後輪が低速回転になるように制御される(ステップS3)。その後、一連の動作は終了する。

【0108】

一方、ステップS2において、バッテリー10の容量SOCがA%以上~80%以下ではないと判定されたとき、統合制御部70は、バッテリー10の容量SOCがB%以上~A%未満であるか否かを判定する(ステップS4)。この場合、統合制御部70は、制御部11から信号SBC2を受けているとき、バッテリー10の容量SOCがB%以上~A%未満であると判定し、制御部11から信号SBC1、3、4のいずれかを受けているとき、バッテリー10の容量SOCはB%以上~A%未満ではないと判定する。

【0109】

ステップS4において、バッテリー10の容量SOCがB%以上~A%未満であると判定されたとき、統合制御部70は、信号RGE11を生成して制御部21、31へ出力し、制御部51へは信号を何も出力しない。そうすると、制御部21は、統合制御部70からの信号RGE11に応じて信号PWM2を生成して昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、統合制御部70からの信号RGE11に応じて信号PWM3を生成してIPM30へ出力する。

【0110】

IPM30は、制御部31からの信号PWM3に応じてフロントモータ40を回生モードで駆動し、フロントモータ40が発電した交流電圧を直流電圧に変換して昇圧IPM20へ供給する。また、昇圧IPM20は、制御部21からの信号PWM2に応じて、IPM30からの直流電圧を降圧してバッテリー10に供給する。

【0111】

このようにして、フロントモータ40は、回生モードで駆動される。この場合、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車は、機械ブレーキによって後輪が低速回転になるように制御される。したがって、フロントモータ40は、前輪が回生ブレーキによって低速回転になるように制御され、リアモータ60が接続された後輪は機械ブレーキによって低速回転になるように制御される(ステップS5)。その後、一連の動作は終了する。

【0112】

一方、ステップS4において、バッテリー10の容量SOCがB%以上~A%未満ではないと判定されたとき、統合制御部70は、バッテリー10の容量がC%以上~B%未満であるか否かを判定する(ステップS6)。この場合、統合制御部70は、制御部11から信号

SBC3を受けているとき、バッテリー10の容量SOCがC%以上～B%未満であると判定し、制御部11から信号SRC1, 2, 4のいずれかを受けているとき、バッテリー10の容量SOCはC%以上～B%未満ではないと判定する。

【0113】

ステップS6において、バッテリー10の容量SOCがC%以上～B%未満であると判定されたとき、統合制御部70は、信号RGE21を生成して制御部51へ出力し、制御部21, 31へは信号を何も出力しない。そうすると、制御部51は、統合制御部70からの信号RGE21に応じて信号PWMC2を生成してIPM50へ出力する。

【0114】

IPM50は、制御部51からの信号PWMC2に応じてリアモータ60を回生モードで駆動し、リアモータ60が発電した交流電圧を直流電圧に変換してバッテリー10へ供給する。

【0115】

このようにして、リアモータ60は、回生モードで駆動される。この場合、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車は、機械ブレーキによって前輪が低速回転になるように制御される。したがって、フロントモータ40が接続された前輪は機械ブレーキによって低速回転になるように制御され、リアモータ60は、後輪が回生ブレーキによって低速回転になるように制御される(ステップS7)。その後、一連の動作は終了する。

【0116】

一方、ステップS6において、バッテリー10の容量SOCがC%以上～B%未満ではないと判定されたとき、統合制御部70は、信号RGE12, RGE22を生成し、その生成した信号RGE12を制御部21, 31へ出力し、生成した信号RGE22を制御部51へ出力する。

【0117】

そうすると、制御部21は、統合制御部70からの信号RGE12に応じて信号PWMDを生成して昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、統合制御部70からの信号RGE12に応じて信号PWMC1を生成してIPM30へ出力する。さらに、制御部51は、統合制御部70からの信号RGE22に応じて信号PWMC2を生成してIPM50へ出力する。

【0118】

IPM30は、制御部31からの信号PWMC1に応じてフロントモータ40を回生モードで駆動し、フロントモータ40が発電した交流電圧を直流電圧に変換して昇圧IPM20へ供給する。また、昇圧IPM20は、制御部21からの信号PWMDに応じて、IPM30からの直流電圧を降圧してバッテリー10に供給する。

【0119】

また、IPM50は、制御部51からの信号PWMC2に応じてリアモータ60を回生モードで駆動し、リアモータ60が発電した交流電圧を直流電圧に変換してバッテリー10へ供給する。

【0120】

このようにして、フロントモータ40およびリアモータ60は、回生モードで駆動され、フロントモータ40が接続された前輪およびリアモータ60が接続された後輪は、回生ブレーキによって低速回転になるように制御される(ステップS8)。これにより一連の動作は終了する。

【0121】

上述したように、この発明においては、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車が減速・制動モードに入ったとき、バッテリー10の容量SOCに応じてフロントモータ40およびリアモータ60のいずれか一方または両方を回生モードで駆動して回生ブレーキがハイブリッド自動車にかかるように制御することを特徴とする。

【0122】

この場合、バッテリー10の容量SOCが相対的に多い場合には、回生効率の低いフロント

モータ40を回生モードで駆動し（ステップS4、S5参照）。バッテリー10の容量SOCが低下するに従って回生効率の高いリアモータ60、またはフロントモータ40およびリアモータ60の両方を回生モードで駆動する（ステップS6、S7、S8参照）ことを特徴とする。つまり、この発明は、バッテリー10に供給できる電力に応じて、回生させるモータを選択することを特徴とする。

【0123】

再び、図1を参照して、前後輪駆動装置100の全体動作について説明する。まず、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における前後輪駆動装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUからの信号STRTに応じて、フロントモータ40をエンジン始動用に用いるためのトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力する。

【0124】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をIPM30へ出力する。

【0125】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン、オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30へ供給する。IPM30は、昇圧コンバータUCVからの直流電圧を信号PWM11に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR11によって指定されたトルクを出力するようにフロントモータ40を駆動する。そして、エンジンのクランクシャフトはフロントモータ40によって回転され、エンジンが始動する。これにより、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における前後輪駆動装置100の動作が終了する。

【0126】

次に、ハイブリッド自動車の発進時における前後輪駆動装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV1を受け、そして、統合制御部70は、信号DRV1に応じて、フロントモータ40を発進用に用いるためのトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1と、リアモータ60を発進用に用いるためのトルク指令値TR21およびモータ回転数MRN2とを生成する。そして、統合制御部70は、生成したトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指令値TR21およびモータ回転数MRN2を制御部51へ出力する。

【0127】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をIPM30へ出力する。

【0128】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン、オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30へ

供給する。IPM30は、昇圧コンバータUCVからの直流電圧を信号PWMI1に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR12によって指定されたトルクを出力するようにフロントモータ40を駆動する。

【0129】

また、制御部51は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電流センサー52からのモータ電流MCRT2と、統合制御部70からのトルク指令値TR21およびモータ回転数MRN2とに基づいて、上述した方法によって信号PWM12を生成し、その生成した信号PWM12をIPM50へ出力する。

【0130】

そうすると、IPM50は、制御部51からの信号PWM12によってバッテリー電圧Vbを交流電圧に変換してトルク指令値TR21によって指定されたトルクを出力するようにリアモータ60を駆動する。

【0131】

そして、ハイブリッド自動車の前輪はフロントモータ40によって回転され、後輪はリアモータ60によって回転され、ハイブリッド自動車は発進する。これにより、ハイブリッド自動車の発進時における前後輪駆動装置100の動作が終了する。

【0132】

次に、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の前後輪駆動装置100における動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV2を受ける。統合制御部70は、信号DRV2に応じて、ハイブリッド自動車の前輪をフロントモータ40のみで駆動するためのトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力する。

【0133】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI1を生成し、その生成した信号PWMI1をIPM30へ出力する。

【0134】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン/オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30へ供給する。IPM30は、昇圧コンバータUCVからの直流電圧を信号PWMI1に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR13によって指定されたトルクを出力するようにフロントモータ40を駆動する。そして、ハイブリッド自動車の前輪はフロントモータ40によって駆動され、ハイブリッド自動車は、フロントモータ40によって軽負荷走行を行なう。これにより、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の前後輪駆動装置100の動作が終了する。

【0135】

次に、ハイブリッド自動車が中速低負荷走行モードにある場合の前後輪駆動装置100の動作について説明する。この場合の前後輪駆動装置100の動作は、上述したハイブリッド自動車のエンジン始動時における前後輪駆動装置100の動作と同じである。そして、フロントモータ40はエンジンを始動し、ハイブリッド自動車は、エンジンの駆動力によって走行する。なお、この場合、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV3を受ける。

【0136】

次に、ハイブリッド自動車が加速・急加速モードにある場合の前後輪駆動装置100の動

作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV4を受ける。統合制御部70は、信号DRV4に応じて、フロントモータ40を加速・急加速用に用いるためのトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1と、リアモータ60を加速・急加速用に用いるためのトルク指令値TR22およびモータ回転数MRN2とを生成する。そして、統合制御部70は、生成したトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指令値TR22およびモータ回転数MRN2を制御部51へ出力する。

【0137】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI1を生成し、その生成した信号PWMI1をIPM30へ出力する。

【0138】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン/オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30へ供給する。IPM30は、昇圧コンバータUCVからの直流電圧を信号PWMI1に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR14によって指定されたトルクを出力するようにフロントモータ40を駆動する。

【0139】

また、制御部51は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電流センサー52からのモータ電流MCRT2と、統合制御部70からのトルク指令値TR22およびモータ回転数MRN2とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI2を生成し、その生成した信号PWMI2をIPM50へ出力する。

【0140】

そうすると、IPM50は、制御部51からの信号PWMI2によってバッテリー電圧Vbを交流電圧に変換してトルク指令値TR22によって指定されたトルクを出力するようにリアモータ60を駆動する。

【0141】

また、加速・急加速時には、エンジン出力が上昇される。そして、ハイブリッド自動車の前輪は、エンジンおよびフロントモータ40によって回転され、後輪はリアモータ60によって回転され、ハイブリッド自動車は加速または急加速する。これにより、ハイブリッド自動車の加速・急加速時における前後輪駆動装置100の動作が終了する。

【0142】

次に、ハイブリッド自動車が低μ路走行モードにある場合の前後輪駆動装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV5を受ける。統合制御部70は、信号DRV5に応じて、フロントモータ40を回生モードで駆動するための信号RGE01と、リアモータ60を駆動モータとして用いるためのトルク指令値TR23およびモータ回転数MRN2とを生成する。そして、統合制御部70は、生成した信号RGE01を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指令値TR23およびモータ回転数MRN2を制御部51へ出力する。

【0143】

制御部21は、統合制御部70からの信号RGE01に応じて信号PWMDを生成して昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、統合制御部70からの信号RGE01に応じて信号PWMI1を生成してIPM30へ出力する。

【0144】

この低μ路走行モードにおいては、エンジンは前輪を駆動しており、前輪の駆動力の一部

がフロントモータ40に伝達される。

【0145】

そうすると、IPM30は、信号PWM01に応じて、フロントモータ40を回生モードで駆動し、前輪の駆動力の一部を受けてフロントモータ40が発電した交流電圧を直流電圧に変換して昇圧IPM20へ供給する。昇圧IPM20は、IPM30からの直流電圧を信号PWM0によって降圧してコンデンサC1に供給する。

【0146】

制御部51は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電流センサー52からのモータ電流MCTR2と、統合制御部70からのトルク指令値TR23およびモータ回転数MRN2とに基づいて、上述した方法によって信号PWM12を生成してIPM50へ出力する。IPM50は、昇圧IPM20によって降圧された直流電圧をコンデンサC1を介して受け、その受けた直流電圧を信号PWM12によって交流電圧に変換してトルク指令値TR23によって指定されたトルクを出力するようにリアモータ60を駆動する。そして、リアモータ60は、ハイブリッド自動車の後輪を駆動する。これにより、ハイブリッド自動車は、エンジンの駆動力によって前輪を駆動し、前輪の駆動力の一部を受けてフロントモータ40が発電した電力によって後輪を駆動し、4WDにより安定して低μ路走行を行なう。そして、ハイブリッド自動車の低μ路走行時における前後輪駆動装置100の動作が終了する。

【0147】

最後に、ハイブリッド自動車が減速・制動モードにある場合の前後輪駆動装置100の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号REGを受ける。そして、統合制御部70は、信号REGに応じて、上述した図11に示すフローチャートに従って、制御部11からの信号SBC1～4に基づいてバッテリー10の容量SOCがどのレベルにあるかを判定し、その判定結果に応じてフロントモータ40および/またはリアモータ60を回生モードで駆動する。これにより、ハイブリッド自動車は、回生ブレーキおよび/または機械ブレーキによって減速・制動を行なう。そして、ハイブリッド自動車の減速・制動時における前後輪駆動装置100の動作が終了する。

【0148】

上述したように、リアモータ60は、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の減速・制動モードにおいて回生モードで駆動され、発電した電力をバッテリー10へ直接供給する。したがって、リアモータ60が発電した電力をバッテリー10へ回生するときの回生効率を高くできる。また、リアモータ60は、バッテリー10からのバッテリー電圧Vbによって駆動されるので、前後輪駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車の発進時、フロントモータ40およびリアモータ60の両方を駆動モータとして使用でき、発進トルクTR12、TR21を容易に確保できる。

【0149】

なお、この発明によるモータ駆動方法は、図11に示すフローチャートに従ってフロントモータ40および/またはリアモータ60を駆動するモータ駆動方法である。

【0150】

また、制御部21、31、51および統合制御部70におけるモータの駆動制御は、実際にはCPU(Central Processing Unit)によって行われ、CPUは、図11に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROM(Read Only Memory)から読出し、その読出したプログラムを実行して図11に示すフローチャートに従ってフロントモータ40および/またはリアモータ60の駆動を制御する。したがって、ROMは、図11に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ(CPU)読取り可能な記録媒体に相当する。

【0151】

さらに、制御部21、31、51および統合制御部70は、「ブレーキ制御手段」を構成する。

【0152】

さらに、上記においては、フロントモータ40はハイブリッド自動車の前輪を駆動し、リアモータ60はハイブリッド自動車の後輪を駆動すると説明したが、この発明においては、これに限らず、フロントモータ40はハイブリッド自動車の後輪を駆動し、リアモータ60はハイブリッド自動車の前輪を駆動するようにしてもよい。つまり、この発明は、バッテリー電圧を昇圧した昇圧電圧(Vm)によって駆動されるモータがハイブリッド自動車の前輪および後輪のうち、いずれか一方の車輪を駆動し、バッテリー電圧によって駆動されるモータが前輪および後輪のうち、いずれか他方の車輪を駆動するものであればよい。

【0153】

実施の形態1によれば、前後輪駆動装置は、バッテリー電圧を昇圧した昇圧電圧によって駆動されるフロントモータと、バッテリー電圧によって駆動されるリアモータとを備え、フロントモータは、前輪および後輪のうち、いずれか一方の車輪を駆動し、リアモータは、前輪および後輪のうち、いずれか他方の車輪を駆動し、リアモータでの再生時に、リアモータで発電した電力をバッテリーへ直接供給するので、昇圧IPMおよびリアクトルによる電力損失が無く、回生効率を高くできる。

【0154】

また、2つのモータのうち、一方のモータは電源電圧によって駆動されるので、2つのモータを同時に駆動させることが容易である。その結果、2つのモータを同時に駆動させるモードにおいて必要なトルクを容易に確保できる。

【0155】

さらに、昇圧電圧は電源電圧によって駆動されるモータへ供給されないで、このモータへの入力経路の前電圧要求を下げることができ、システムを簡素化/低コスト化できる。

【0156】

さらに、前後輪駆動装置においては、フロントモータおよびリアモータの制御回路および駆動回路は1つのPCUに収納されるので、前後輪駆動装置をコンパクト化できる。

【0157】

〔実施の形態2〕

図12は、実施の形態2による前後輪駆動装置100Aの概略ブロック図を示す。図12を参照して、前後輪駆動装置100Aは、前後輪駆動装置100にコンデンサC3を追加したものであり、その他は、構成要素的には前後輪駆動装置100と同じである。そして、前後輪駆動装置100Aは、コンデンサC1、C2、リアクトルL1、昇圧IPM20、制御部21、31およびIPM30をPCU80Aに収納し、コンデンサC3、IPM50および制御部51をPCU80Aと別のPCU80Bに収納した点が前後輪駆動装置100と異なる点である。

【0158】

コンデンサC3は、バッテリー10からのバッテリー電圧Vbを平滑化し、その平滑化したバッテリー電圧VbをIPM50へ供給する。

【0159】

図13は、図12に示すPCU80Aの下層の平面図を示す。図13を参照して、PCU80Aは、昇圧IPM20と、IPM30と、リアクトルL1と、コンデンサC1と、入力端子S1Aと、出力端子S2Aとを含む。

【0160】

入力端子S1Aは、バッテリー10から直流電圧を受ける。コンデンサC1は、入力端子S1Aに近接して配置される。リアクトルL1は、コンデンサC1に隣接して配置される。そして、コンデンサC1およびリアクトルL1は、PCU80Aの短辺に沿って配置される。

【0161】

昇圧IPM20は、リアクトルL1に隣接して配置される。IPM30は、出力端子S2Aに近接して配置される。そして、昇圧IPM20およびIPM30は、コンデンサC1およびリアクトルL1の配置領域以外の領域にPCU80Aの短辺に沿って配置される。

【0162】

IPM30は、出力端子82Aを介してフロントモータ40へ交流電圧を供給し、またはフロントモータ40から交流電圧を受ける。

【0163】

図14は、図12に示すPCU80Aの上層の平面図を示す。図14を参照して、PCU80Aは、制御部21、31と、制御基板84Aと、コンデンサC2を含む。コンデンサC2は、図13に示すコンデンサC1およびリアクトルL1の上側にPCU80Aの周辺に沿って配置される。制御基板84Aは、図13に示す昇圧IPM20およびIPM30の上側に配置される。そして、制御部21、31は、制御基板84Aに固定される。この場合、制御部21、31は、それぞれ、昇圧IPM20およびIPM30の上側に位置するように制御基板84Aに固定される。

【0164】

このように、図14に示す上層は、図13に示す下層の上側に位置する。

図15は、図13および図14のB-B線における断面図を示す。図15を参照して、コンデンサC1は、PCU80Aの底面85A上に配置され、コンデンサC2は、コンデンサC1上に配置される。IPM30は、底面85A上に配置され、制御部31は、IPM30上に配置される。そして、冷却部86Aが底面85Aの外側に設置される。これにより、PCU80Aは、冷却される。

【0165】

図16は、図12に示すPCU80Bの下層の平面図を示す。図16を参照して、PCU80Bは、IPM50と、コンデンサC3と、入力端子81Bと、出力端子83Aを含む。

【0166】

入力端子81Bは、バッテリー10から直流電圧を受ける。コンデンサC3は、入力端子81Bに近接して配置される。IPM50は、コンデンサC3の横に出力端子83Aに近接して配置される。そして、IPM50は、出力端子83Aを介してリアモータ60へ交流電圧を供給し、またはリアモータ60から交流電圧を受ける。

【0167】

図17は、図12に示すPCU80Bの上層の平面図を示す。図17を参照して、PCU80Bは、制御部51と制御基板84Bを含む。制御基板84Bは、図16に示すIPM50の上側に配置される。そして、制御部51は、制御基板84Bに固定される。

【0168】

このように、図17に示す上層は、図16に示す下層の上側に位置する。

図18は、図16および図17のC-C線における断面図を示す。図18を参照して、コンデンサC3は、PCU80Bの底面85B上に配置される。IPM50は、底面85B上に配置され、制御部51は、IPM50上に配置される。そして、冷却部86Bが底面85Bの外側に設置される。これにより、PCU80Bは、冷却される。

【0169】

図19は、図12に示す前後輪駆動装置100Aが搭載されたハイブリッド自動車の断面図を示す。図19を参照して、前後輪駆動装置100Aのフロントモータ40は、ハイブリッド自動車110Aの前輪111Aに近接して配置される。PCU80Aは、フロントモータ40の近くに配置され、ケーブル93を介してフロントモータ40と接続され、ケーブル94を介してバッテリー10と接続される。

【0170】

リアモータ60は、ハイブリッド自動車110Aの後輪112Aに近接して配置される。バッテリー10は、前輪111Aと後輪112Aとの間に配置される。PCU80Bは、リアモータ60の近くに配置される。そして、PCU80Bは、ケーブル95を介してバッテリー10と接続され、ケーブル96を介してリアモータ60と接続される。

【0171】

このように、前後輪駆動装置100AのPCU80Aは、ハイブリッド自動車110Aの前輪111Aの近くに配置され、PCU80Bは、ハイブリッド自動車110Aの後輪112Aの近くに配置される。

2Aの近くに配置される。

【0172】

なお、ケーブル94、95は、(+)、(-)を有する高圧直流電源線である。また、ケーブル93、96は、し相、V相、W相を有するモータ駆動線である。

【0173】

前後輪駆動装置100Aが搭載されたハイブリッド自動車が減速・制動モードに入ったときの前後輪駆動装置100Aにおける動作は、図11に示すフローチャートに従って行なわれる。

【0174】

その他は、実施の形態1において説明したとおりである。

実施の形態2によれば、前後輪駆動装置は、バッテリー電圧を昇圧した昇圧電圧によって駆動されるフロントモータと、バッテリー電圧によって駆動されるリアモータとを備え、フロントモータは、前輪および後輪のうち、いずれか一方の車輪を駆動し、リアモータは、前輪および後輪のうち、いずれか他方の車輪を駆動し、リアモータでの回生時に、リアモータで発電した電力をバッテリーへ直接供給するので、昇圧IPMおよびリアクトルによる電力損失が無く、回生効率を高くできる。

【0175】

また、2つのモータのうち、一方のモータは電源電圧によって駆動されるので、2つのモータを同時に駆動させることが容易である。その結果、2つのモータを同時に駆動させるモードにおいて必要なトルクを容易に確保できる。

【0176】

さらに、昇圧電圧は電源電圧によって駆動されるモータへ供給されないので、このモータへの入力経路の耐電圧要求を下げることができ、システムを簡素化/低コスト化できる。

【0177】

さらに、前後輪駆動装置においては、フロントモータ用の制御回路および駆動回路とリアモータ用の制御回路および駆動回路とは、別々のPCUに収納されるので、車両の小さな空間を利用して各々のPCUを配置できる。

【0178】

図20は、上述した実施の形態1による前後輪駆動装置100または実施の形態2による前後輪駆動装置100Aを搭載したハイブリッド自動車のより具体的な駆動システムの一例を示す概略ブロック図である。図20を参照して、駆動システム200は、前後輪駆動装置100または100Aと、動力分割機構210と、ディファレンシャルギア(DG: Differential Gear)220と、前輪230と、エンジン240とを備える。

【0179】

駆動システム200においては、モータジェネレータMG1およびMG2がフロントモータ40に相当し、モータジェネレータMG3がリアモータ60に相当する。そして、フロントモータ40が2つのモータジェネレータMG1、MG2によって構成されることに対応してフロント用のIPM30は、IPM30AとIPM30Bとから成る。IPM30Aは、モータジェネレータMG1を駆動する。また、IPM30Bは、モータジェネレータMG2を駆動する。さらに、IPM50は、モータジェネレータMG3を駆動する。

【0180】

モータジェネレータMG1は、動力分割機構210を介してエンジン240と連結される。そして、モータジェネレータMG1は、エンジン240を始動し、またはエンジン240の回転力によって発電する。

【0181】

また、モータジェネレータMG2は、動力分割機構210を介して前輪230を駆動する。

【0182】

図21は、図20に示す動力分割機構210の模式図を示す。図21を参照して、動力分

割機構210は、リングギア211と、キャリアギア212と、サンギア213とから成る。エンジン240のシャフト251は、キャリアギア212に接続され、モータジェネレータMG1のシャフト252は、サンギア213に接続され、モータジェネレータMG2のシャフト254は、リングギア211に接続されている。なお、モータジェネレータMG2のシャフト254は、DG220を介して前輪230の駆動軸に連結される。

【0183】

モータジェネレータMG1は、シャフト252、サンギア213、キャリアギア212およびプラネタリキャリア253を介してシャフト251を回転し、エンジン240を始動する。また、モータジェネレータMG1は、シャフト251、プラネタリキャリア253、キャリアギア212、サンギア213およびシャフト252を介してエンジン240の回転力を受け、その受けた回転力によって発電する。

【0184】

再び、図20を参照して、駆動システム200が搭載されたハイブリッド自動車の始動時、発進時、軽負荷走行モード、中速低負荷走行モード、加速・急加速モード、低速走行モードおよび減速・制動モードにおける駆動システム200の動作について説明する。

【0185】

まず、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における駆動システム200の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUからの信号STRTに応じて、モータジェネレータMG1をエンジン240の始動用に用いるためのトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力する。

【0186】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧VBと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧コンバータUCVの昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR11およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMI1を生成し、その生成した信号PWMI1をIPM30Aへ出力する。

【0187】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン/オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧VBを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30Aへ供給する。IPM30Aは、昇圧コンバータUCVからの直流電圧を信号PWMI1に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR11によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG1を駆動する。

【0188】

これによって、モータジェネレータMG1は、動力分割機構210を介してエンジン240のクランクシャフトを回転数MRN1で回転し、エンジン240を始動する。これにより、ハイブリッド自動車のエンジン始動時における駆動システム200の動作が終了する。

【0189】

次に、ハイブリッド自動車の発進時における駆動システム200の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV1を受ける。そして、統合制御部70は、信号DRV1に応じて、モータジェネレータMG2を発進用に用いるためのトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1と、始動後のエンジン240の回転力によってモータジェネレータMG1を発電機として機能させるための信号RGE1と、モータジェネレータMG3を発進用に用いるためのトルク指令値TR21およびモータ回転数MRN2とを生成する。そして、統合制御部70は、生成したトルク

指令値TR12およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力し、生成した信号RGE1を制御部31へ出力し、生成したトルク指令値TR21およびモータ回転数MRN2を制御部51へ出力する。

【0190】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧コンバータUCVの昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCR T1と、統合制御部70からのトルク指令値TR12およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をIPM30Bへ出力する。さらに、制御部31は、統合制御部70からの信号RGE1に応じて信号PWMC1を生成してIPM30Aへ出力する。

【0191】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン/オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30Bへ供給する。また、IPM30Aは、モータジェネレータMG1がエンジン240の回転力により発電した交流電圧を信号PWMC1によって直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をIPM30Bに供給する。IPM30Bは、昇圧コンバータUCVからの直流電圧とIPM30Aからの直流電圧とを受け、その受けた直流電圧を信号PWM11に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR12によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、動力分割機構210およびDG220を介して前輪230を駆動する。

【0192】

また、制御部51は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電流センサー52からのモータ電流MCR T2と、統合制御部70からのトルク指令値TR21およびモータ回転数MRN2とに基づいて、上述した方法によって信号PWM12を生成し、その生成した信号PWM12をIPM50へ出力する。

【0193】

そうすると、IPM50は、制御部51からの信号PWM12によってバッテリー電圧Vbを交流電圧に変換してトルク指令値TR21によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG3を駆動する。そして、モータジェネレータMG3は、後輪を駆動する。

【0194】

このようにして、ハイブリッド自動車の前輪はモータジェネレータMG2によって回転され、後輪はモータジェネレータMG3によって回転され、ハイブリッド自動車は4WDで発進する。これにより、ハイブリッド自動車の発進時における駆動システム200の動作が終了する。

【0195】

次に、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の駆動システム200における動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV2を受ける。統合制御部70は、信号DRV2に応じて、ハイブリッド自動車の前輪をモータジェネレータMG2のみで駆動するためのトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1を生成し、その生成したトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力する。

【0196】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧

コンバータUCVの昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR13およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をIPM30Bへ出力する。

【0197】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン/オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30Bへ供給する。IPM30Bは、昇圧コンバータUCVからの直流電圧を信号PWM11に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR13によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG2を駆動する。そして、モータジェネレータMG2は、動力分割機構210およびDG220を介して前輪230を駆動し、ハイブリッド自動車は、モータジェネレータMG2によって軽負荷走行を行なう。これにより、ハイブリッド自動車が軽負荷走行モードにある場合の駆動システム200の動作が終了する。

【0198】

次に、ハイブリッド自動車が中速低負荷走行モードにある場合の駆動システム200の動作について説明する。この場合の駆動システム200の動作は、上述したハイブリッド自動車のエンジン240の始動時における駆動システム200の動作と同じである。そして、モータジェネレータMG1はエンジン240を始動し、ハイブリッド自動車は、エンジン240の駆動力によって走行する。なお、この場合、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV3を受ける。

【0199】

次に、ハイブリッド自動車が加速・急加速モードにある場合の駆動システム200の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV4を受ける。統合制御部70は、信号DRV4に応じて、モータジェネレータMG2を加速・急加速用に用いるためのトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1と、モータジェネレータMG1を発電機として機能させるための信号RGE1と、モータジェネレータMG3を加速・急加速用に用いるためのトルク指令値TR22およびモータ回転数MRN2とを生成する。そして、統合制御部70は、生成したトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1を制御部21、31へ出力し、生成した信号RGE1を制御部31へ出力し、生成したトルク指令値TR22およびモータ回転数MRN2を制御部51へ出力する。

【0200】

制御部21は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、統合制御部70からのトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWMUを生成し、その生成した信号PWMUを昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、電圧センサー13からの出力電圧Vmと、電流センサー32からのモータ電流MCRT1と、統合制御部70からのトルク指令値TR14およびモータ回転数MRN1とに基づいて、上述した方法によって信号PWM11を生成し、その生成した信号PWM11をIPM30Bへ出力する。さらに、制御部31は、統合制御部70からの信号RGE1に応じて信号PWMC1を生成してIPM30Aへ出力する。

【0201】

そうすると、昇圧IPM20のNPNトランジスタQ1、Q2は、信号PWMUによってオン/オフされ、昇圧コンバータUCVは、NPNトランジスタQ2がオンされた期間に応じてバッテリー電圧Vbを昇圧して出力電圧VmをコンデンサC2を介してIPM30Bへ供給する。また、IPM30Aは、モータジェネレータMG1がエンジン240の回転力（エンジン240の回転数は加速前よりも高くなっている。）により発電した交流電圧を信号PWMC1によって直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をIPM30Bに供

給する。IPM30Bは、昇圧コンバータUCVからの直流電圧とIPM30Aからの直流電圧を受け、その受けた直流電圧を信号PWM11に応じて交流電圧に変換し、トルク指令値TR14によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG2を駆動する。

【0202】

また、制御部51は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電流センサー52からのモータ電流MCR2と、統合制御部70からのトルク指令値TR22およびモータ回転数MRN2とに基づいて、上述した方法によって信号PWM12を生成し、その生成した信号PWM12をIPM50へ出力する。

【0203】

そうすると、IPM50は、制御部51からの信号PWM12によってバッテリー電圧Vbを交流電圧に変換してトルク指令値TR22によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG3を駆動する。

【0204】

また、加速・急加速時には、エンジン240の出力が上昇される。そして、エンジン240およびモータジェネレータMG2は、動力分配機構210およびDG220を介して前輪230を駆動し、モータジェネレータMG3は、後輪を駆動し、ハイブリッド自動車は加速または急加速する。これにより、ハイブリッド自動車の加速・急加速時における駆動システム200の動作が終了する。

【0205】

次に、ハイブリッド自動車が低燃費走行モードにある場合の駆動システム200の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号DRV5を受ける。統合制御部70は、信号DRV5に応じて、モータジェネレータMG2を回生モードで駆動するための信号RGE01と、モータジェネレータMG3を駆動モータとして用いるためのトルク指令値TR23およびモータ回転数MRN2とを生成する。そして、統合制御部70は、生成した信号RGE01を制御部21、31へ出力し、生成したトルク指令値TR23およびモータ回転数MRN2を制御部51へ出力する。

【0206】

制御部21は、統合制御部70からの信号RGE01に応じて信号PWM0を生成して昇圧コンバータUCVの昇圧IPM20へ出力する。また、制御部31は、統合制御部70からの信号RGE01に応じて信号PWM01を生成してIPM30Bへ出力する。

【0207】

この低燃費走行モードにおいては、エンジン240は前輪230を駆動しており、前輪230の駆動力の一部がモータジェネレータMG2に伝達される。

【0208】

そうすると、IPM30Bは、信号PWM01に応じて、モータジェネレータMG2を回生モードで駆動し、エンジン240の駆動力の一部を受けてモータジェネレータMG2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UCVへ供給する。昇圧コンバータUCVの昇圧IPM20は、IPM30Bからの直流電圧を信号PWM0によって降圧してコンデンサC1に供給する。

【0209】

制御部51は、制御部11からのバッテリー電圧Vbと、電流センサー52からのモータ電流MCR2と、統合制御部70からのトルク指令値TR23およびモータ回転数MRN2とに基づいて、上述した方法によって信号PWM12を生成してIPM50へ出力する。IPM50は、昇圧IPM20によって降圧された直流電圧をコンデンサC1を介して受け、その受けた直流電圧を信号PWM12によって交流電圧に変換してトルク指令値TR23によって指定されたトルクを出力するようにモータジェネレータMG3を駆動する。そして、モータジェネレータMG3は、ハイブリッド自動車の後輪を駆動する。これにより、ハイブリッド自動車のエンジン240の駆動力によって前輪230を駆動し、前輪230の駆動力の一部を受けてモータジェネレータMG2が発電した電力によって後輪

を駆動し、4WDにより安定して低μ路走行を行なう。そして、ハイブリッド自動車の低μ路走行時における駆動システム200の動作が終了する。

【0210】

最後に、ハイブリッド自動車が減速・制動モードにある場合の駆動システム200の動作について説明する。一連の動作が開始されると、統合制御部70は、外部ECUから信号RGEを受ける。そして、統合制御部70は、信号RGEに応じて、上述した図11に示すフローチャートに従って、制御部11からの信号SBC1～4に基づいてバッテリー10の容量SOCがどのレベルにあるかを判定し、その判定結果に応じてモータジェネレータMG2および/またはモータジェネレータMG3を回生モードで駆動する。これにより、ハイブリッド自動車は、回生ブレーキおよび/または機械ブレーキによって減速・制動を行なう。そして、ハイブリッド自動車の減速・制動時における駆動システム200の動作が終了する。

【0211】

このように、この発明による前後輪駆動装置100または100Aをハイブリッド自動車に適用することによって、バッテリー電圧Vbを昇圧した電圧Vmを用いてハイブリッド自動車のフロント側に配置されたモータジェネレータMG1、MG2を駆動でき、ハイブリッド自動車のリア側に配置されたモータジェネレータMG3をバッテリー電圧Vbによって駆動できる。

【0212】

そして、モータジェネレータMG3はバッテリー電圧Vbによって駆動されるので、ハイブリッド自動車の発進時にモータジェネレータMG2、MG3を同時に駆動することが容易である。その結果、ハイブリッド自動車の発進に必要な発進トルクを容易に確保でき、ハイブリッド自動車をスムーズに発進させることができる。

【0213】

また、ハイブリッド自動車の加速・急加速時においてもモータジェネレータMG2、MG3を同時に駆動でき、加速・急加速に必要なトルクを確保できる。その結果、ハイブリッド自動車をスムーズに加速させることができる。

【0214】

さらに、ハイブリッド自動車の減速・制動モードにおいて、モータジェネレータMG3は、回生モードで駆動され、発電した電力をバッテリー10に直接供給する。その結果、モータジェネレータMG3からバッテリー10への回生効率を高くできる。

【0215】

なお、上記においては、前後輪駆動装置100または100Aをハイブリッド自動車に適用する例を説明したが、これに限らず、前後輪駆動装置100または100Aを電気自動車に適用できることは言うまでもない。

【0216】

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による前後輪駆動装置の概略ブロック図である。

【図2】図1に示すバッテリーの出力電圧と電池容量との関係図である。

【図3】図1に示すIPMの回路図である。

【図4】図1に示す昇圧IPMの回路図である。

【図5】図1に示す昇圧IPM用の制御部の一部の機能である昇圧制御手段の機能ブロック図である。

【図6】図1に示すIPM用の制御部の一部の機能であるモータトルク制御手段の機能ブロック図である。

【図7】図1に示すPCUの下層の平面図である。

【図8】図1に示すPCUの上昇の平面図である。
 【図9】図7および図8に示すA-A線における断面図である。
 【図10】ハイブリッド自動車の断面図である。
 【図11】ハイブリッド自動車の減速・制動モードにおける前後輪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12】実施の形態2による前後輪駆動装置の概略ブロック図である。
 【図13】図12に示すPCUの下層の平面図である。
 【図14】図12に示すPCUの上昇の平面図である。
 【図15】図13および図14に示すB-B線における断面図である。
 【図16】図12に示すもう1つのPCUの下層の平面図である。
 【図17】図12に示すもう1つのPCUの上昇の平面図である。
 【図18】図16および図17に示すC-C線における断面図である。
 【図19】ハイブリッド自動車の他の断面図である。
 【図20】図1または図12に示す前後輪駆動装置を用いた駆動システムのブロック図である。

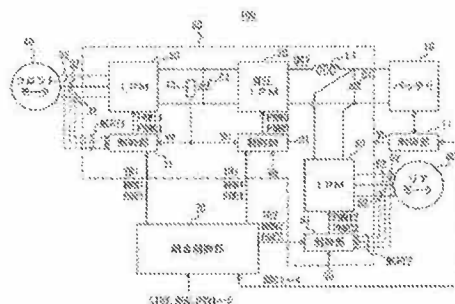
【図21】図20に示す動力分割機構の模式図である。

【図22】従来のモータ駆動装置の概略ブロック図である。

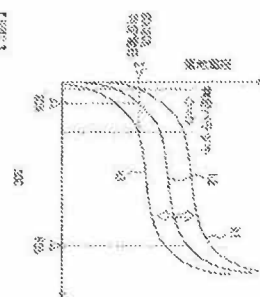
【符号の説明】

1 電源ライン、2 アースライン、10 バッテリ、11、21、31、51 制御部、13、320 電圧センサー、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、20 昇圧IPM、30、30A、30B、50 IPM、32、52 電流センサー、40 フロントモータ、60 リアモータ、70 統合制御部、80、80A、80B PCU、81、81A、81B 入力端子、82、82A、83、83A 出力端子、84、84A、84B 制御基板、85、85A、85B 底面、86、86A、86B 冷却部、90～96 ケーブル、100、100A 前後輪駆動装置、110 ハイブリッド自動車、111、111A、230 前輪、112、112A 後輪、200 駆動システム、201 昇圧制御手段、202 インバータ入力電圧指令演算部、203 コンバータ用デューティ比演算部、204 コンバータ用PWM信号変換部、210 動力分割機構、211 リングギア、212 ギャリアギア、213 サンギア、251、252、254 シャフト、253 プラネタリギャリア、220 デイファレンシャルギア、240 エンジン、300 モータトルク制御手段、301 モータ制御用和電圧演算部、302 インバータ用PWM信号変換部、310 双方向コンバータ、330 インバータ、400 モータ駆動装置、C1、C2、C3 コンデンサ、L1、311リアクトル、Q1～Q8、S12、313 NPNトランジスタ、D1～D8、314、315 ダイオード、UCV 昇圧コンバータ、MG1～MG3 モータジェネレータ、B 直流電源、SR1、SR2 システムリレー、M1 交流モータ。

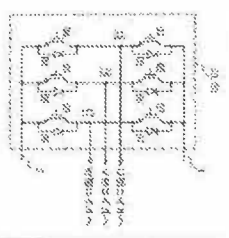
【図 1】



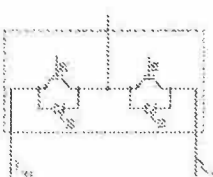
【図 2】



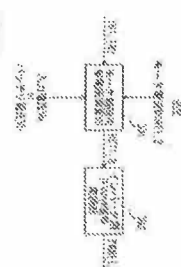
【図 3】



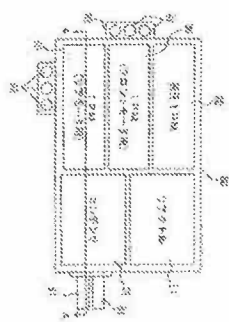
【図 4】



【図 5】



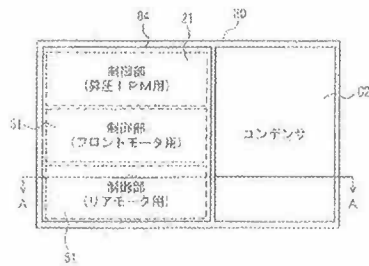
【図 6】



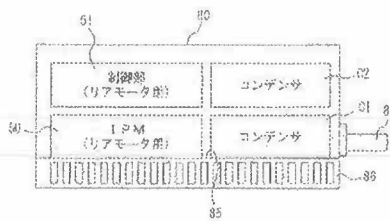
【図 7】



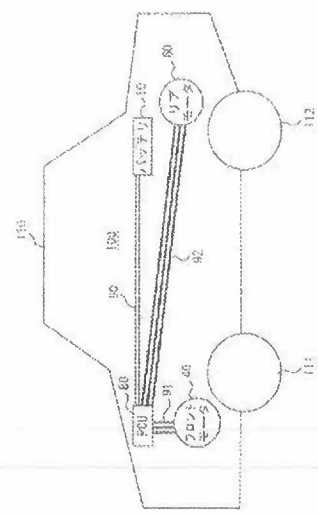
【図8】



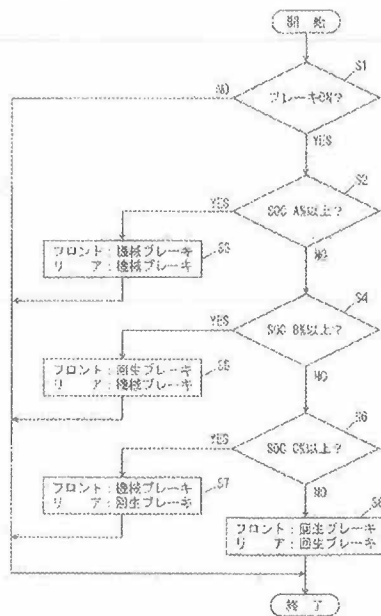
【図9】



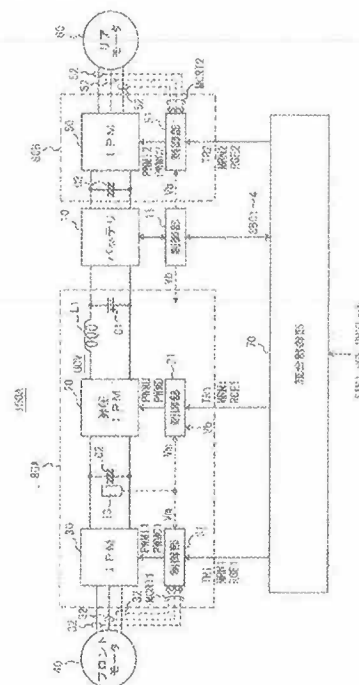
【図10】



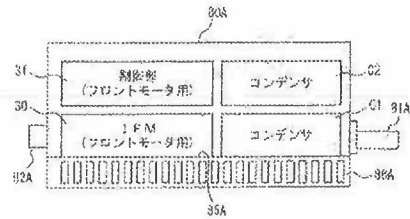
【図11】



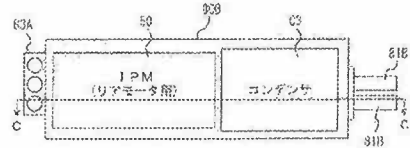
【図12】



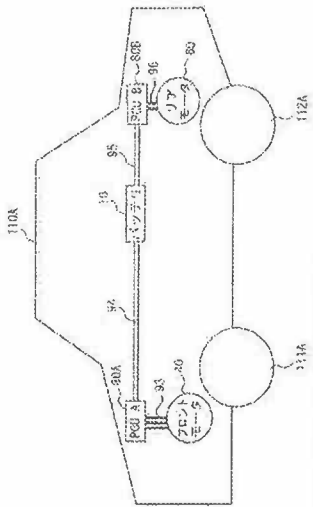
【圖15】



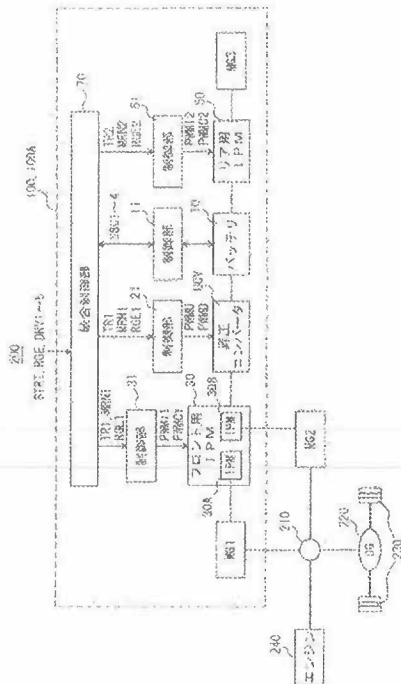
【图16】



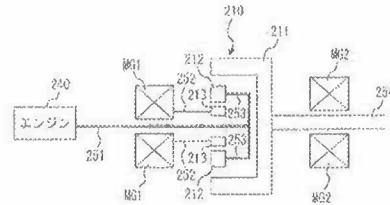
【图19】



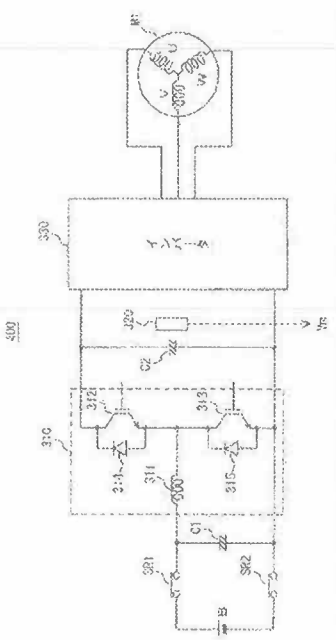
【図20】



【図21】



【図22】



(72)発明者 立松 和高

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考) 3D039 AA04 AB01 AB27 AC30

5E115 PC06 PG04 PI16 PI24 PI29 PG02 PG06 PG09 PO17 PO10

PL34 PL39 PV02 PV09 PV23 QE08 QE10 TI01 TI05 TI06

TI10 TI12 TI30



Espacenet

Bibliographic data: JP2008312382 (A) — 2008-12-25

**POWER SYSTEM, VEHICLE EQUIPPED WITH SAME, CONTROL METHOD OF POWER SYSTEM, AND COMPUTER-READABLE RECORDING MEDIUM
RECORDING PROGRAM FOR MAKING COMPUTER PERFORM CONTROL METHOD**

Inventor(s): OYOBE HICHIROSAI; MURASATO KENJI ± (OYOBE HICHIROSAI, ; MURASATO KENJI)

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

Classification: - international: **G05F1/67; H01M10/44; H02J7/35; H02M3/155**
- cooperative: **Y02E10/58**

Application number: JP20070158736 20070615 Global Dossier

Priority number (s): JP20070158736 20070615

Abstract of JP2008312382 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power system which can charge a power accumulating device by using the generated power of a solar battery without separately installing a voltage converter. SOLUTION: When the power accumulating device 6-1 is charged from the solar battery 22, a system relay SR3 is turned on and the solar battery 22 is connected in parallel to a smoothing capacitor C2 of a charging device 20. System relays SR1 and SR2 are turned on and off. Converter ECU 2 controls converters 8-1 and 8-2 so that power supplied to a positive electrode line PL2 and a negative electrode line NL2 from the solar battery 22 through the charging device 20 is boosted by the converter 8-2, and the power accumulating device 6-1 is charged through a main positive bus bar MPL, a main negative bus bar MNL and the converter 8-1. COPYRIGHT: (C)2009,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2008-312382

(P2008-312382A)

(43) 公開日 平成20年12月25日(2008.12.25)

(5i) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02J 7/35 (2006.01)	H02J 7/35	K 5G503
G05F 1/67 (2006.01)	G05F 1/67	A 5H030
H02M 3/155 (2006.01)	H02M 3/155	G 5H420
H01M 10/44 (2006.01)	H01M 10/44	Q 5H730

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-158736 (P2007-158736)
 (22) 出願日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(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 及部 七郎
 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 村里 健次
 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

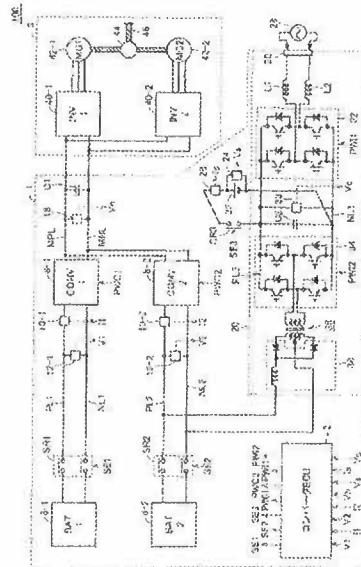
(54) 【発明の名称】 電源システムおよびそれを備えた車両、ならびに電源システムの制御方法およびその制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 電圧変換器を別途設けることなく太陽電池の発電電力を用いて蓄電装置を充電可能な電源システムを提供する。

【解決手段】 太陽電池22から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、システムリレーSR3がオンされ、充電装置20の平滑コンデンサC2に太陽電池22が並列接続される。また、システムリレーSR1、SR2がそれぞれオン、オフされる。コンバータECU2は、太陽電池22から充電装置20を介して正極線PL2および負極線NL2に供給される電力をコンバータS-2で昇圧して主正母線MPLおよび主負母線MNLならびにコンバータS-1を介して蓄電装置6-1を充電するように、コンバータS-1、S-2を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項1】

負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、
充放電可能な第1および第2の蓄電装置と、
当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受可能に構成された電力線と、
前記第1の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第1の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換可能に構成された第1のコンバータと、
前記第2の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第2の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換可能に構成された第2のコンバータと、
前記第1および第2のコンバータを制御する制御装置と、
前記第2のコンバータと前記第2の蓄電装置との間に接続され、車両外部の電源から前記第2の蓄電装置を充電可能に構成された充電装置と、
太陽電池とを備え、
前記充電装置は、
当該充電装置を前記電源に接続可能に構成された接続部と、
当該電源システムを前記電源と絶縁するための絶縁トランスとを含み、
前記太陽電池は、前記絶縁トランスと前記接続部との間に接続され、
前記制御装置は、前記充電装置を介して入力される前記太陽電池からの出力電力を前記第2のコンバータにより昇圧して前記電力線および前記第1のコンバータを順次介して前記第1の蓄電装置へ出力するように、前記第1および第2のコンバータを制御する、電源システム。

【請求項2】

負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、
充放電可能な第1および第2の蓄電装置と、
当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受可能に構成された電力線と、
前記第1の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第1の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換可能に構成された第1のコンバータと、
前記第2の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第2の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換可能に構成された第2のコンバータと、
前記第1および第2のコンバータを制御する制御装置と、
車両外部の電源から前記第1または第2の蓄電装置を充電可能に構成された充電装置と、
前記第1のコンバータと前記第1の蓄電装置との間または前記第2のコンバータと前記第2の蓄電装置との間に前記充電装置を接続可能に構成された選択装置と、
太陽電池とを備え、
前記充電装置は、
当該充電装置を前記電源に接続可能に構成された接続部と、
当該電源システムを前記電源と絶縁するための絶縁トランスとを含み、
前記太陽電池は、前記絶縁トランスと前記接続部との間に接続され、
前記選択装置により前記第1のコンバータと前記第1の蓄電装置との間に前記充電装置が接続されているとき、前記制御装置は、前記充電装置を介して入力される前記太陽電池からの出力電力を前記第1のコンバータにより昇圧して前記電力線および前記第2のコンバータを順次介して前記第2の蓄電装置へ出力するように、前記第1および第2のコンバータを制御し、
前記選択装置により前記第2のコンバータと前記第2の蓄電装置との間に前記充電装置が接続されているとき、前記制御装置は、前記充電装置を介して入力される前記太陽電池からの出力電力を前記第2のコンバータにより昇圧して前記電力線および前記第1のコンバータを順次介して前記第1の蓄電装置へ出力するように、前記第1および第2のコンバータを制御する、電源システム。

【請求項3】

前記第1の蓄電装置の充電状態を示す第1の状態量が前記第2の蓄電装置の充電状態を示す第2の状態量よりも低いとき、前記制御装置は、前記第2のコンバータと前記第2の蓄電装置との間に前記充電装置を接続するように前記選択装置を制御し、

前記第2の状態量が前記第1の状態量よりも低いとき、前記制御装置は、前記第1のコンバータと前記第1の蓄電装置との間に前記充電装置を接続するように前記選択装置を制御する、請求項2に記載の電源システム。

【請求項4】

前記太陽電池と前記充電装置との接続／切離しを切替可能に構成された切替部をさらに備え、

前記充電装置は、

前記接続部から入力される電力を整流可能に構成された第1の整流部と、

前記第1の整流部から出力される直流電圧を交流電圧に変換して前記絶縁トランスへ出力可能に構成されたインバータ部と、

前記第1の整流部と前記インバータ部との間に設けられる平滑コンデンサと、

前記絶縁トランスから出力される交流電圧を整流して出力可能に構成された第2の整流部とをさらに含み、

前記太陽電池は、前記切替部を介して前記平滑コンデンサに並列に接続され、

前記制御装置は、前記太陽電池の出力電圧が前記平滑コンデンサの端子間電圧よりも高いとき、前記太陽電池を前記充電装置に接続するように前記切替部を制御する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の電源システム。

【請求項5】

前記太陽電池と前記充電装置との接続／切離しを切替可能に構成された切替部をさらに備え、

前記太陽電池は、前記電源から前記接続部に与えられる電力を入力するための電力線に前記切替部を介して接続され、

前記制御装置は、前記接続部に前記電源が接続されていないとき、前記太陽電池を前記充電装置に接続するように前記切替部を制御する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の電源システム。

【請求項6】

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の電源システムと、

前記電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部とを備える車両。

【請求項7】

負荷装置へ電力を供給可能な電源システムの制御方法であって、

前記電源システムは、

充放電可能な第1および第2の蓄電装置と、

当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受可能に構成された電力線と、

前記第1の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第1の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換可能に構成された第1のコンバータと、

前記第2の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第2の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換可能に構成された第2のコンバータと、

車両外部の電源から前記第1または第2の蓄電装置を充電可能に構成された充電装置と

太陽電池とを備え、

前記充電装置は、

当該充電装置を前記電源に接続可能に構成された接続部と、

当該電源システムを前記電源と絶縁するための絶縁トランスとを含み、

前記太陽電池は、前記絶縁トランスと前記接続部との間に接続され、

前記制御方法は、

前記太陽電池から前記第1の蓄電装置を充電するステップと、
前記太陽電池から前記第2の蓄電装置を充電するステップとを含み、
前記第1の蓄電装置を充電するステップは、
前記第2のコンバータと前記第2の蓄電装置との間に前記充電装置を電気的に接続するステップと、
前記充電装置を介して入力される前記太陽電池からの出力電力を前記第2のコンバータにより昇圧して前記電力線および前記第1のコンバータを順次介して前記第1の蓄電装置へ出力するように、前記第1および第2のコンバータを制御するステップとを有し、
前記第2の蓄電装置を充電するステップは、
前記第1のコンバータと前記第1の蓄電装置との間に前記充電装置を電気的に接続するステップと、
前記充電装置を介して入力される前記太陽電池からの出力電力を前記第1のコンバータにより昇圧して前記電力線および前記第2のコンバータを順次介して前記第2の蓄電装置へ出力するように、前記第1および第2のコンバータを制御するステップとを有する、電源システムの制御方法。

【請求項8】

前記第1の蓄電装置の充電状態を示す第1の状態量と前記第2の蓄電装置の充電状態を示す第2の状態量とを比較するステップをさらに含み、
前記第1の状態量が前記第2の状態量よりも低いとき、前記第1の蓄電装置を充電するステップが実行され、
前記第2の状態量が前記第1の状態量よりも低いとき、前記第2の蓄電装置を充電するステップが実行される、請求項7に記載の電源システムの制御方法。

【請求項9】

前記充電装置は、
前記接続部から入力される電力を整流可能に構成された第1の整流部と、
前記第1の整流部から出力される直流電圧を交流電圧に変換して前記絶縁トランスへ出力可能に構成されたインバータ部と、
前記第1の整流部と前記インバータ部との間に設けられる平滑コンデンサと、
前記絶縁トランスから出力される交流電圧を整流して出力可能に構成された第2の整流部とをさらに含み、
前記制御方法は、
前記太陽電池の出力電圧と前記平滑コンデンサの端子間電圧とを比較するステップと、
前記太陽電池の出力電圧が前記平滑コンデンサの端子間電圧よりも高いとき、前記平滑コンデンサに並列に前記太陽電池を電気的に接続するステップとをさらに含む、請求項7または請求項8に記載の電源システムの制御方法。

【請求項10】

前記接続部に前記電源が接続されているか否かを判定するステップと、
前記接続部に前記電源が接続されていないと判定されたとき、前記電源から前記接続部に与えられる電力を入力するための電力線に前記太陽電池を電気的に接続するステップとをさらに含む、請求項7または請求項8に記載の電源システムの制御方法。

【請求項11】

請求項7から請求項10のいずれか1項に記載の電源システムの制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数の蓄電装置および太陽電池を含む電源システムおよびそれを備えた車両、ならびに複数の蓄電装置および太陽電池を含む電源システムの制御方法およびその制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

特開2002-10502号公報(特許文献1)は、交流電源から充電可能な複数の蓄電池を備えた電源システムを開示する。この電源システムは、整流回路と、複数の蓄電池と、複数の昇降圧コンバータとを備える。整流回路は、交流電源からの交流電力を整流して直流母線へ出力する。複数の昇降圧コンバータは、複数の蓄電池に対応して設けられ、直流母線と対応の蓄電池との間で電圧変換を行なう(特許文献1参照)。

【特許文献1】特開2002-10502号公報

【特許文献2】特開平10-31525号公報

【特許文献3】特開平8-317552号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

エネルギーの多様化に伴い、温暖化ガス排出量を削減可能な太陽電池が注目されている。太陽電池の発電電力を用いて電池などの蓄電装置を充電する場合、太陽電池から出力される電力を蓄電装置の電圧レベルに電圧変換する電圧変換器が必要となる。このような電圧変換器を別途設けることは、システムのコスト上昇を招く。

【0004】

特開2002-10502号公報では、太陽電池の発電電力を用いて複数の蓄電池をさらに充電する場合のシステムコストの低減手法については検討されていない。

【0005】

そこで、この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、電圧変換器を別途設けることなく太陽電池の発電電力を用いて蓄電装置を充電可能な電源システムおよびそれを備えた車両を提供することである。

【0006】

また、この発明の別の目的は、電圧変換器を別途設けることなく太陽電池の発電電力を用いて蓄電装置を充電可能な電源システムの制御方法およびその制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明によれば、電源システムは、負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、充放電可能な第1および第2の蓄電装置と、電力線と、第1および第2のコンバータと、制御装置と、充電装置と、太陽電池とを備える。電力線は、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受可能に構成される。第1のコンバータは、第1の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第1の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。第2のコンバータは、第2の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第2の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。制御装置は、第1および第2のコンバータを制御する。充電装置は、第2のコンバータと第2の蓄電装置との間に接続され、車両外部の電源から第2の蓄電装置を充電可能に構成される。充電装置は、接続部と、絶縁トランスを含む。接続部は、当該充電装置を車両外部の電源に接続可能に構成される。絶縁トランスは、当該電源システムを車両外部の電源と絶縁する。太陽電池は、絶縁トランスと接続部との間に接続される。そして、制御装置は、充電装置を介して入力される太陽電池からの出力電力を第2のコンバータにより昇圧して電力線および第1のコンバータを順次介して第1の蓄電装置へ出力するように、第1および第2のコンバータを制御する。

【0008】

また、この発明によれば、電源システムは、負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、充放電可能な第1および第2の蓄電装置と、電力線と、第1および第2のコンバータと、制御装置と、充電装置と、選択装置と、太陽電池とを備える。電力線は、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受可能に構成される。第1のコンバータは、第1の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第1の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能

に構成される。第2のコンバータは、第2の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第2の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。制御装置は、第1および第2のコンバータを制御する。充電装置は、車両外部の電源から第1または第2の蓄電装置を充電可能に構成される。選択装置は、第1のコンバータと第1の蓄電装置との間または第2のコンバータと第2の蓄電装置との間に充電装置を接続可能に構成される。充電装置は、接続部と、絶縁トランスを含む。接続部は、当該充電装置を車両外部の電源に接続可能に構成される。絶縁トランスは、当該電源システムを車両外部の電源と絶縁する。太陽電池は、絶縁トランスと接続部との間に接続される。そして、選択装置により第1のコンバータと第1の蓄電装置との間に充電装置が接続されているとき、制御装置は、充電装置を介して入力される太陽電池からの出力電力を第1のコンバータにより昇圧して電力線および第2のコンバータを順次介して第2の蓄電装置へ出力するように、第1および第2のコンバータを制御する。一方、選択装置により第2のコンバータと第2の蓄電装置との間に充電装置が接続されているとき、制御装置は、充電装置を介して入力される太陽電池からの出力電力を第2のコンバータにより昇圧して電力線および第1のコンバータを順次介して第1の蓄電装置へ出力するように、第1および第2のコンバータを制御する。

【0009】

好ましくは、第1の蓄電装置の充電状態を示す第1の状態量が第2の蓄電装置の充電状態を示す第2の状態量よりも低いとき、制御装置は、第2のコンバータと第2の蓄電装置との間に充電装置を接続するように選択装置を制御する。一方、第2の状態量が第1の状態量よりも低いとき、制御装置は、第1のコンバータと第1の蓄電装置との間に充電装置を接続するように選択装置を制御する。

【0010】

好ましくは、電源システムは、切替部をさらに備える。切替部は、太陽電池と充電装置との接続／切離しを切替可能に構成される。充電装置は、第1および第2の整流部と、インバータ部と、平滑コンデンサとをさらに含む。第1の整流部は、接続部から入力される電力を整流可能に構成される。インバータ部は、第1の整流部から出力される直流電圧を交流電圧に変換して絶縁トランスへ出力可能に構成される。平滑コンデンサは、第1の整流部とインバータ部との間に設けられる。第2の整流部は、絶縁トランスから出力される交流電圧を整流して出力可能に構成される。太陽電池は、切替部を介して平滑コンデンサに並列に接続される。制御装置は、太陽電池の出力電圧が平滑コンデンサの端子間電圧よりも高いとき、太陽電池を充電装置に接続するように切替部を制御する。

【0011】

また、好ましくは、電源システムは、切替部をさらに備える。切替部は、太陽電池と充電装置との接続／切離しを切替可能に構成される。太陽電池は、電源から接続部に与えられる電力を入力するための電力線に切替部を介して接続される。制御装置は、接続部に電源が接続されていないとき、太陽電池を充電装置に接続するように切替部を制御する。

【0012】

また、この発明によれば、車両は、上述したいずれかの電源システムと、電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部とを備える。

【0013】

また、この発明によれば、制御方法は、負荷装置へ電力を供給可能な電源システムの制御方法である。電源システムは、充放電可能な第1および第2の蓄電装置と、電力線と、第1および第2のコンバータと、充電装置と、太陽電池とを備える。電力線は、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受可能に構成される。第1のコンバータは、第1の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第1の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。第2のコンバータは、第2の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第2の蓄電装置と電力線との間で電圧変換可能に構成される。充電装置は、車両外部の電源から第1または第2の蓄電装置を充電可能に構成される。充電装置は、接続部と、絶縁トランスを含む。接続部は、当該充電装置を車両外部の電源に接続可能に構成される。絶縁トランスは、当該電源システムを車両外部の電源と絶縁する。太陽電池は、絶縁トランスと接続

部との間に接続される。そして、制御方法は、太陽電池から第1の蓄電装置を充電するステップと、太陽電池から第2の蓄電装置を充電するステップとを含む。第1の蓄電装置を充電するステップは、第2のコンバータと第2の蓄電装置との間に充電装置を電氣的に接続するステップと、充電装置を介して入力される太陽電池からの出力電力を第2のコンバータにより昇圧して電力線および第1のコンバータを順次介して第1の蓄電装置へ出力するように、第1および第2のコンバータを制御するステップとを有する。第2の蓄電装置を充電するステップは、第1のコンバータと第1の蓄電装置との間に充電装置を電氣的に接続するステップと、充電装置を介して入力される太陽電池からの出力電力を第1のコンバータにより昇圧して電力線および第2のコンバータを順次介して第2の蓄電装置へ出力するように、第1および第2のコンバータを制御するステップとを有する。

【0014】

好ましくは、制御方法は、第1の蓄電装置の充電状態を示す第1の状態量と第2の蓄電装置の充電状態を示す第2の状態量とを比較するステップとをさらに含む。そして、第1の状態量が第2の状態量よりも低いとき、第1の蓄電装置を充電するステップが実行される。一方、第2の状態量が第1の状態量よりも低いとき、第2の蓄電装置を充電するステップが実行される。

【0015】

好ましくは、充電装置は、第1および第2の整流部と、インバータ部と、平滑コンデンサとをさらに含む。第1の整流部は、接続部から入力される電力を整流可能に構成される。インバータ部は、第1の整流部から出力される直流電圧を交流電圧に変換して絶縁トランスへ出力可能に構成される。平滑コンデンサは、第1の整流部とインバータ部との間に設けられる。第2の整流部は、絶縁トランスから出力される交流電圧を整流して出力可能に構成される。制御方法は、太陽電池の出力電圧と平滑コンデンサの端子間電圧とを比較するステップと、太陽電池の出力電圧が平滑コンデンサの端子間電圧よりも高いとき、平滑コンデンサに並列に太陽電池を電氣的に接続するステップとをさらに含む。

【0016】

また、好ましくは、制御方法は、接続部に電源が接続されているか否かを判定するステップと、接続部に電源が接続されていないと判定されたとき、電源から接続部に与えられる電力を入力するための電力線に太陽電池を電氣的に接続するステップとをさらに含む。

【0017】

また、この発明によれば、記録媒体は、コンピュータ読取可能な記録媒体であって、上述したいずれかの制御方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録する。

【発明の効果】

【0018】

この発明においては、第1および第2の蓄電装置と、第1および第2の蓄電装置と電力線との間にそれぞれ設けられる第1および第2のコンバータとが備えられる。また、第2のコンバータと第2の蓄電装置との間に接続され、車両外部の電源から第2の蓄電装置を充電可能に構成された充電装置が備えられる。そして、充電装置に含まれる絶縁トランスと充電装置を車両外部の電源に接続可能に構成された接続部との間に太陽電池が接続され、充電装置を介して入力される太陽電池からの出力電力を第2のコンバータにより昇圧して電力線および第1のコンバータを順次介して第1の蓄電装置へ出力するように第1および第2のコンバータが制御されるので、太陽電池の出力電力を充電対象の蓄電装置の電圧レベルに変換するための電圧変換器を別途設ける必要がない。また、第1および第2のコンバータのスイッチング動作に伴ない発生するノイズが絶縁トランスにより抑制され、太陽電池へ及ばない。

【0019】

したがって、この発明によれば、電圧変換器を新設することなく太陽電池の出力電力を用いて蓄電装置を充電することができる。その結果、システムコストの上昇を抑えることが可能となる。また、太陽電池へのノイズの影響を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

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。

【0021】

〔実施の形態1〕

図1は、この発明の実施の形態1による車両の全体ブロック図である。図1を参照して、車両100は、電源システム1と、駆動力発生部3とを備える。駆動力発生部3は、インバータ40-1、40-2と、モータジェネレータ42-1、42-2と、動力伝達機構44と、駆動軸46を含む。インバータ40-1、40-2は、主母線MPLおよび主負母線MNLに並列接続される。そして、インバータ40-1、40-2は、電源システム1から供給される直流電力を受けてモータジェネレータ42-1、42-2をそれぞれ駆動する。また、インバータ40-1、40-2は、それぞれモータジェネレータ42-1、42-2が発電する交流電力を直流電力に変換して電源システム1へ出力する。

【0022】

なお、各インバータ40-1、40-2は、たとえば、三相分のスイッチング素子を含むブリッジ回路から成る。そして、インバータ40-1、40-2は、図示されないHV-ECU (Hybrid Vehicle Electronic Control Unit) からの駆動信号に応じてスイッチング動作を行なうことにより、対応のモータジェネレータを駆動する。

【0023】

モータジェネレータ42-1、42-2は、それぞれインバータ40-1、40-2から供給される交流電力を受けて回転駆動力を発生する。また、モータジェネレータ42-1、42-2は、外部からの回転力を受けて発電する。モータジェネレータ42-1、42-2は、たとえば、永久磁石が埋設されたロータを備える三相交流回転電機から成る。また、モータジェネレータ42-1、42-2は、動力伝達機構44と連結され、動力伝達機構44にさらに連結される駆動軸46を介して車輪（図示せず）と連結される。

【0024】

なお、駆動力発生部3がハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ42-1、42-2は、動力伝達機構44または駆動軸46を介してエンジン（図示せず）にも連結される。そして、HV-ECUによって、エンジンの発生する駆動力とモータジェネレータ42-1、42-2の発生する駆動力とが最適な比率となるように制御が実行される。なお、モータジェネレータ42-1、42-2のいずれか一方を専ら電動機として機能させ、他方のモータジェネレータを専ら発電機として機能させてもよい。

【0025】

一方、電源システム1は、蓄電装置6-1、6-2と、システムリレーSR1、SR2と、コンバータ8-1、8-2と、平滑コンデンサC1と、電流センサ10-1、10-2と、電圧センサ12-1、12-2、18と、コンバータECU2を含む。また、電源システム1は、充電装置20と、太陽電池22と、電圧センサ24と、電流センサ25と、システムリレーSR3とをさらに含む。

【0026】

蓄電装置6-1、6-2は、充放電可能な直流電源であり、たとえば、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの二次電池から成る。蓄電装置6-1は、システムリレーSR1の一方端に接続され、蓄電装置6-2は、システムリレーSR2の一方端に接続される。なお、蓄電装置6-1、6-2の少なくとも一方を電気二重層キャパシタで構成してもよい。

【0027】

システムリレーSR1は、蓄電装置6-1と正極線PL1および負極線NL1との間に配設され、コンバータECU2からの信号SE1に応じてオン／オフされる。システムリレーSR2は、蓄電装置6-2と正極線PL2および負極線NL2との間に配設され、コンバータECU2からの信号SE2に応じてオン／オフされる。

【0028】

コンバータ8-1は、正極線PL1および負極線NL1と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間に設けられ、コンバータECU2からの駆動信号PWC1に基づいて、正極線PL1および負極線NL1と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間で電圧変換を行なう。コンバータ8-2は、正極線PL2および負極線NL2と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間に設けられ、コンバータECU2からの駆動信号PWC2に基づいて、正極線PL2および負極線NL2と主正母線MPLおよび主負母線MNLとの間で電圧変換を行なう。

【0029】

電流センサ10-1は、正極線PL1に流れる電流I1を検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。電圧センサ12-1は、正極線PL1および負極線NL1間の電圧V1を検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。電流センサ10-2は、正極線PL2に流れる電流I2を検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。電圧センサ12-2は、正極線PL2および負極線NL2間の電圧V2を検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。

【0030】

平滑コンデンサC1は、主正母線MPLと主負母線MNLとの間に接続され、主正母線MPLおよび主負母線MNLに含まれる電力変動成分を低減する。電圧センサ18は、主正母線MPLおよび主負母線MNL間の電圧Vhを検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。

【0031】

充電装置20は、充電プラグ30と、コイルL1、L2と、AC/DC変換部32と、平滑コンデンサC2と、DC/AC変換部34と、絶縁トランス36と、整流部38と、電圧センサ33を含む。

【0032】

充電プラグ30は、車両外部の電源28（たとえば系統電源）から供給される電力を受電するための電力インターフェースであり、電源28から交流電力を受電する。コイルL1、L2は、ノイズフィルタとして機能するとともに、AC/DC変換部32とともに電源28からの電力を昇圧して正極線PL3および負極線NL3へ出力する昇圧チョッパ回路のリアクトルとしても機能する。

【0033】

AC/DC変換部32は、単相ブリッジ回路から成る。AC/DC変換部32は、コンバータECU2からの駆動信号PWI1に基づいて、電源28から充電プラグ30に与えられる交流電力を直流電力に変換して正極線PL3および負極線NL3へ出力する。

【0034】

平滑コンデンサC2は、正極線PL3と負極線NL3との間に接続され、正極線PL3および負極線NL3間に含まれる電力変動成分を低減する。電圧センサ33は、正極線PL3および負極線NL3間の電圧Vc（平滑コンデンサC2の端子間電圧に相当する。）を検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。

【0035】

DC/AC変換部34は、単相ブリッジ回路から成る。DC/AC変換部34は、コンバータECU2からの駆動信号PWI2に基づいて、正極線PL3および負極線NL3から供給される直流電力を高周波の交流電力に変換して絶縁トランス36へ出力する。

【0036】

絶縁トランス36は、磁性材から成るコアと、コアに巻回された一次コイルおよび二次コイルを含む。一次コイルおよび二次コイルは、電氣的に絶縁されており、それぞれDC/AC変換部34および整流部38に接続される。そして、絶縁トランス36は、DC/AC変換部34から受ける高周波の交流電力を一次コイルおよび二次コイルの巻数比に応じた電圧レベルに変換して整流部38へ出力する。整流部38は、絶縁トランス36から出力される交流電力を直流電力に整流して正極線PL2および負極線NL2へ出力する。

【0037】

太陽電池22は、システムリレーSR3を介して平滑コンデンサC2に並列に接続される。より具体的には、正極線PL3に一方端が接続されたシステムリレーSR3の他方端に太陽電池22の正電極が接続され、負極線NL3に太陽電池22の負電極が接続される。そして、太陽電池22は、太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換して直流電圧を発生する。

【0038】

システムリレーSR3は、正極線PL3と太陽電池22の正電極との間に配設される。そして、システムリレーSR3は、コンバータECU2からの信号SE3によってオン／オフされる。電圧センサ24は、太陽電池22から出力される電圧Vsを検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。電流センサ26は、太陽電池22から出力される電流Isを検出し、その検出値をコンバータECU2へ出力する。

【0039】

コンバータECU2は、上述した各センサによって検出される各検出値に基づいて、後述する制御構造に従って駆動信号PWC1、PWC2を生成し、その生成した駆動信号PWC1、PWC2をそれぞれコンバータS-1、S-2へ出力する。

【0040】

ここで、コンバータECU2は、車両外部の電源28から蓄電装置6-2の充電が行なわれるとき、システムリレーSR3をオフさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力するとともに、システムリレーSR2をオンさせるための信号SE2を生成してシステムリレーSR2へ出力する。そして、コンバータECU2は、電源28から充電装置20およびシステムリレーSR2を順次介して蓄電装置6-2を充電するように、充電装置20を駆動するための駆動信号PWI1、PWI2を生成して充電装置20へ出力する。

【0041】

また、コンバータECU2は、電源28から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、システムリレーSR3をオフさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力するとともに、システムリレーSR1をオンさせるための信号SE1を生成してシステムリレーSR1へ出力する。そして、コンバータECU2は、電源28から充電装置20、正極線PL2および負極線NL2、コンバータS-2、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータS-1ならびにシステムリレーSR1を順次介して蓄電装置6-1を充電するように、駆動信号PWI1、PWI2を生成するとともにコンバータS-1、S-2を駆動するための駆動信号PWC1、PWC2を生成する。

【0042】

また、コンバータECU2は、太陽電池22から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、システムリレーSR3をオンさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力するとともに、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へそれぞれ出力する。そして、コンバータECU2は、太陽電池22から充電装置20、正極線PL2および負極線NL2、コンバータS-2、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータS-1ならびにシステムリレーSR1を順次介して蓄電装置6-1を充電するように、充電装置20のDC/AC変換部34を駆動するための駆動信号PWI2、およびコンバータS-1、S-2を駆動するための駆動信号PWC1、PWC2を生成する。

【0043】

図2は、図1に示したコンバータS-1、S-2の概略構成図である。なお、コンバータS-2の構成および動作は、コンバータS-1と同様であるので、以下ではコンバータS-1の構成および動作について説明する。図2を参照して、コンバータS-1は、チョップ回路48-1と、正母線LN1Aと、負母線LN1Cと、配線LN1Bと、平滑コンデンサC11とを含む。チョップ回路48-1は、トランジスタQ1A、Q1Bと、ダイオードD1A、D1Bと、コイルL11とを含む。

【0044】

正母線LN1Aは、一方端がトランジスタQ1Bのコレクタに接続され、他方端が主正母線MPLに接続される。負母線LN1Cは、一方端が負極線NL1に接続され、他方端が主負母線MNLに接続される。

【0045】

トランジスタQ1A、Q1Bは、負母線LN1Cと正母線LN1Aとの間に直列に接続される。具体的には、トランジスタQ1Aのエミッタが負母線LN1Cに接続され、トランジスタQ1Bのコレクタが正母線LN1Aに接続される。ダイオードD1A、D1Bは、それぞれトランジスタQ1A、Q1Bに逆並列に接続される。コイルL11は、トランジスタQ1AとトランジスタQ1Bとの接続ノードに接続される。

【0046】

配線LN1Bは、一方端が正極線PL1に接続され、他方端がコイルL11に接続される。平滑コンデンサC11は、配線LN1Bと負母線LN1Cとの間に接続され、配線LN1Bおよび負母線LN1Cに含まれる電力変動成分を低減する。

【0047】

そして、チョッパ回路48-1は、コンバータECU2（図示せず）からの駆動信号PWC1に応じて、正極線PL1および負極線NL1から受ける直流電力を昇圧して主正母線MPLおよび主負母線MNLへ供給し、また、主正母線MPLおよび主負母線MNLの電圧を降圧して正極線PL1および負極線NL1へ供給することができる。

【0048】

以下、コンバータ8-1の電圧変換動作（昇圧動作）について説明する。コンバータECU2は、トランジスタQ1Bをオフ状態に維持し、かつ、トランジスタQ1Aを所定のデューティ比でオン／オフさせる。トランジスタQ1Aのオン期間においては、正極線PL1から配線LN1B、コイルL11、ダイオードD1B、および正母線LN1Aを順次介して主正母線MPLへ電流が流れる。同時に、正極線PL1から配線LN1B、コイルL11、トランジスタQ1A、および負母線LN1Cを順次介してポンプ電流が流れる。コイルL11は、このポンプ電流により電磁エネルギーを蓄積する。そして、トランジスタQ1Aがオン状態からオフ状態に移移すると、コイルL11は、蓄積した電磁エネルギーをダイオードD1Bを介して主正母線MPLへ放出する。その結果、コンバータ8-1から主正母線MPLおよび主負母線MNLへ供給される直流電力の平均電圧は、デューティ比に応じてコイルL11に蓄積される電磁エネルギーに相当する電圧だけ昇圧される。

【0049】

このようなコンバータ8-1の電圧変換動作を制御するため、コンバータECU2は、トランジスタQ1Aのオン／オフを制御するための駆動信号PWC1およびトランジスタQ1Bのオン／オフを制御するための駆動信号PWC1Bから成る駆動信号PWC1を生成する。

【0050】

図3は、図1に示したコンバータECU2による充電制御を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理は、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

【0051】

図3を参照して、コンバータECU2は、車両外部の電源28または太陽電池22から蓄電装置6-1、6-2への充電が要求されているかを判定する（ステップS10）。たとえば、コンバータECU2は、利用者により充電開始スイッチが操作されると充電要求が有ったものと判定することができる。コンバータECU2は、充電は要求されていないと判定すると（ステップS10においてNO）、以降の一連の処理を実行することなく、メインルーチンへ処理を返す。

【0052】

一方、ステップS10において蓄電装置6-1、6-2への充電が要求されていると判定されると（ステップS10においてYES）、コンバータECU2は、車両外部の電源

28から蓄電装置の充電を実施するか否かを判定する(ステップS20)。たとえば、コンバータECU2は、充電プラグ30が電源28に接続されているときや、さらに利用者により急速充電スイッチが操作されたときなどに電源28からの充電を実施するものと判定することができる。

【0053】

ステップS20において電源28からの充電を実施しないと判定されると(ステップS20においてNO)、コンバータECU2は、太陽電池22の出力電圧を示す電圧Vsと平滑コンデンサC2の端子間電圧を示す電圧Vcとを比較する(ステップS30)。

【0054】

電圧Vsが電圧Vcよりも高いと判定されると(ステップS30においてYES)、コンバータECU2は、システムリレーSR3をオンさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力する(ステップS40)。さらに、コンバータECU2は、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオフ、オフさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する(ステップS50)。

【0055】

そして、コンバータECU2は、太陽電池22から充電装置20を介して正極線PL2および負極線NL2へ電力を供給するように充電装置20(より具体的には、DC/AC変換部34)を制御する。さらに、コンバータECU2は、正極線PL2および負極線NL2に供給される電力をコンバータ8-2で昇圧して主正母線MPLおよび主負母線MNLならびにコンバータ8-1を順次介して蓄電装置6-1へ出力するように、コンバータ8-1、8-2を制御する(ステップS60)。

【0056】

これにより、太陽電池22から充電装置20、正極線PL2および負極線NL2、コンバータ8-2、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータ8-1ならびにシステムリレーSR1を順次介して蓄電装置6-1が充電される。

【0057】

一方、ステップS20において車両外部の電源28からの充電を実施すると判定されると(ステップS20においてYES)、コンバータECU2は、システムリレーSR3をオフさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力する(ステップS70)。そして、コンバータECU2は、蓄電装置6-2を充電するときは、システムリレーSR2をオンさせ、電源28から充電装置20およびシステムリレーSR2を介して蓄電装置6-2を充電するように充電装置20を制御する。また、コンバータECU2は、蓄電装置6-1を充電するときは、システムリレーSR1をオンさせ、電源28から充電装置20、コンバータ8-2、主正母線MPLおよび主負母線MNL、ならびにコンバータ8-1を介して蓄電装置6-1を充電するように、充電装置20およびコンバータ8-1、8-2を制御する(ステップS80)。これにより、車両外部の電源28から蓄電装置6-1、6-2の少なくとも一方が充電される。

【0058】

図4は、図1に示したコンバータECU2によるコンバータ8-1、8-2の制御の構造を示した機能ブロック図である。図4を参照して、コンバータECU2は、目標値設定部50と、電圧制御部52-1と、電流制御部52-2を含む。

【0059】

目標値設定部50は、太陽電池22から蓄電装置6-1への充電が行なわれるとき、電圧Vs、V1、V2および電流Isの各検出値に基づいて、主正母線MPLおよび主負母線MNL間の電圧Vhの目標電圧VR、およびコンバータ8-2によって制御される電流I2の目標電流IR2を算出する。たとえば、目標値設定部50は、電圧V1、V2のうちの最大電圧よりも少なくとも高い適当な電圧を目標電圧VRとして設定することができる。また、目標値設定部50は、電圧Vsおよび電流Isに基づいて太陽電池22の出力電力を算出し、その算出値を電圧V2で除算した値を目標電流IR2とすることができる。

【0060】

また、目標値設定部50は、車両外部の電源28から蓄電装置6-1への充電が行なわれるときも、目標電圧VRおよび目標電流IR2を設定する。たとえば、目標値設定部50は、目標電圧VRおよび目標電流IR2として予め規定された値を設定することができる。

【0061】

電圧制御部52-1は、減算部54-1、58-1と、比例積分制御部56-1と、変調部60-1を含む。減算部54-1は、目標電圧VRから電圧Vhを減算し、その演算結果を比例積分制御部56-1へ出力する。比例積分制御部56-1は、目標電圧VRと電圧Vhとの偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部58-1へ出力する。

【0062】

減算部58-1は、電圧V1を目標電圧VRで除算した値から比例積分制御部56-1の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令Ton1として変調部60-1へ出力する。なお、電圧V1/目標電圧VRは、コンバータ8-1の理論昇圧比の逆数である。

【0063】

変調部60-1は、デューティ指令Ton1と図示されない発振部により生成される搬送波（キャリア波）とに基づいて駆動信号PWC1を生成し、その生成した駆動信号PWC1をコンバータ8-1のトランジスタQ1A、Q1B（図2）へ出力する。

【0064】

なお、変調部60-1に入力されるデューティ指令Ton1は、コンバータ8-1の上アームを構成するトランジスタQ1Bのオンデューティ比に相当し、0から1までの値をとる。そして、コンバータ8-1は、デューティ指令Ton1が大きいほど昇圧比が低くなるように制御され、デューティ指令Ton1が小さいほど昇圧比が高くなるように制御される。

【0065】

電流制御部52-2は、減算部54-2、58-2と、比例積分制御部56-2と、変調部60-2を含む。減算部54-2は、目標電流IR2から電流I2を減算し、その演算結果を比例積分制御部56-2へ出力する。比例積分制御部56-2は、目標電流IR2と電流I2との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部58-2へ出力する。

【0066】

減算部58-2は、電圧V2を目標電圧VRで除算した値から比例積分制御部56-2の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令Ton2として変調部60-2へ出力する。なお、電圧V2/目標電圧VRは、コンバータ8-2の理論昇圧比の逆数である。

【0067】

変調部60-2は、デューティ指令Ton2と図示されない発振部により生成される搬送波（キャリア波）とに基づいて駆動信号PWC2を生成し、その生成した駆動信号PWC2をコンバータ8-2のトランジスタQ2A、Q2Bへ出力する。

【0068】

このコンバータECU2によるコンバータ8-1、8-2の制御においては、太陽電池22または車両外部の電源28から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、コンバータ8-2の目標電流IR2（蓄電装置6-1の充電電流に相当する。）が設定され、電流I2が目標電流IR2に一致するようにコンバータ8-2が電流制御される。また、主正母線MPLおよび主負母線MNL間の電圧Vhの目標電圧VRが設定され、電圧Vhが目標電圧VRに一致するようにコンバータ8-1が電圧制御される。なお、車両外部の電源28から蓄電装置6-2の充電が行なわれるときは、コンバータ8-1、8-2は動作しない。

【0069】

以上のように、この実施の形態1においては、正極線PL2および負極線NL2に充電

装置20が接続される。そして、太陽電池22から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、システムリレーSR3によって充電装置20の平滑コンデンサC2に並列に太陽電池22が電気的に接続され、充電装置20を介して入力される太陽電池22からの出力電力がコンバータ8-2によって昇圧されて主正母線MPLおよび主負母線MNLならびにコンバータ8-1を介して蓄電装置6-1へ出力される。

【0070】

したがって、この実施の形態1によれば、太陽電池22の出力電力を蓄電装置6-1の電圧レベルに変換するための電圧変換器を別途設けることなく、太陽電池22から蓄電装置6-1を充電することができる。その結果、システムコストの上昇を抑えることが可能となる。また、コンバータ8-2のスイッチング動作に伴ない発生するノイズが充電装置20の絶縁トランス36により抑制されるので、太陽電池22へのノイズの影響を抑制することができる。

【0071】

〔実施の形態2〕

実施の形態1では、太陽電池22は、充電装置20の平滑コンデンサC2に並列に接続されるものとしたが、実施の形態2では、太陽電池22は、コイルL1、L2と充電プラグ30との間に接続される。

【0072】

図5は、実施の形態2による車両の全体ブロック図である。図5を参照して、この車両100Aは、図1に示した実施の形態1による車両100の構成において、電源システム1に代えて電源システム1Aを備える。電源システム1Aでは、太陽電池22と充電装置20との接続箇所が電源システム1と異なる。また、電源システム1Aは、電源システム1の構成において、コンバータECU2に代えてコンバータECU2Aを含む。

【0073】

太陽電池22は、システムリレーSR3を介してコイルL1、L2と充電プラグ30との間に接続される。より具体的には、コイルL1と充電プラグ30との間に配設される電力線ACL1に一方端が接続されたシステムリレーSR3の他方端に太陽電池22の正電極が接続され、コイルL2と充電プラグ30との間に配設される電力線ACL2に太陽電池22の負電極が接続される。

【0074】

コンバータECU2Aは、太陽電池22から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、システムリレーSR3をオンさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力するとともに、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へそれぞれ出力する。そして、コンバータECU2Aは、太陽電池22から充電装置20、正極線PL2および負極線NL2、コンバータ8-2、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータ8-1ならびにシステムリレーSR1を順次介して蓄電装置6-1を充電するように、充電装置20を駆動するための駆動信号PWI1、PWI2、およびコンバータ8-1、8-2を駆動するための駆動信号PWC1、PWC2を生成する。

【0075】

なお、車両外部の電源28から蓄電装置6-1、6-2の充電が行なわれるときのコンバータECU2Aの動作は、実施の形態1におけるコンバータECU2と同じである。

【0076】

図6は、図5に示したコンバータECU2Aによる充電制御を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

【0077】

図6を参照して、このフローチャートは、図3に示したフローチャートにおいて、ステップS30を含まない構成から成る。すなわち、ステップS20において車両外部の電源28から蓄電装置の充電を実施しないと判定されたとき（ステップS20においてNO）

、コンバータECU2Aは、ステップS40へ処理を進め、システムリレーSR3をオンさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力する。

【0078】

すなわち、充電プラグ30が車両外部の電源28に接続されておらず、電源28から蓄電装置の充電を実施しないと判定されると、システムリレーSR3がオンされて、太陽電池22が充電装置20に電氣的に接続される。一方、充電プラグ30が電源28に接続されており、電源28から蓄電装置の充電を実施するものと判定されると、システムリレーSR3がオフされて、太陽電池22が充電装置20から電氣的に切離される。

【0079】

なお、コンバータECU2Aは、たとえば、電圧センサ31によって検出される電力線ACL1、ACL2間の電圧V1に基づいて、充電プラグ30が車両外部の電源28に接続されているか否かを判断することができる。

【0080】

以上のように、この実施の形態2においても、実施の形態1と同様の作用効果を得ることができる。

【0081】

〔実施の形態3〕

実施の形態1では、太陽電池22から蓄電装置の充電が行なわれるとき、充電装置20を介して供給される太陽電池22からの出力電力をコンバータ8-2で昇圧する必要があるため、太陽電池22から蓄電装置6-2を充電することはできない。そこで、この実施の形態3では、太陽電池22から蓄電装置6-1、6-2の双方を充電可能な構成が示される。

【0082】

図7は、実施の形態3による車両の全体ブロック図である。図7を参照して、この車両100Bは、図1に示した実施の形態1による車両100の構成において、電源システム1に代えて電源システム1Bを備える。電源システム1Bは、電源システム1の構成において、システムリレーSR4をさらに含み、コンバータECU2に代えてコンバータECU2Bを含む。

【0083】

システムリレーSR4は、リレーRY1、RY2を含む。リレーRY1は、充電装置20の正極側出力端子と正極線PL1との間に接続される。リレーRY2は、充電装置20の正極側出力端子と正極線PL2との間に接続される。そして、各リレーRY1、RY2は、コンバータECU2Bからの信号SE4によってオン/オフされる。

【0084】

太陽電池22から蓄電装置6-2の充電が行なわれるとき、コンバータECU2Bは、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオフ、オンさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。また、コンバータECU2Bは、システムリレーSR3をオンさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力する。さらに、コンバータECU2Bは、システムリレーSR4のリレーRY1、RY2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE4を生成してシステムリレーSR4へ出力する。

【0085】

そして、コンバータECU2Bは、太陽電池22から充電装置20、正極線PL1および負極線NL1、コンバータ8-1、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータ8-2ならびにシステムリレーSR2を順次介して蓄電装置6-2を充電するように、充電装置20のDC/AC変換部34を駆動するための駆動信号PWI2、およびコンバータ8-1、8-2を駆動するための駆動信号PWC1、PWC2を生成する。

【0086】

一方、太陽電池22から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、コンバータECU2Bは、システムリレーSR4のリレーRY1、RY2をそれぞれオフ、オンさせるための

信号SE4を生成してシステムリレーSR4へ出力する。そして、コンバータECU2Bは、太陽電池22から充電装置20、正極線PL2および負極線NL2、コンバータ8-2、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータ8-1ならびにシステムリレーSR1を順次介して蓄電装置6-1を充電するように、駆動信号PW12、PWC1、PWC2を生成する。

【0087】

なお、車両外部の電源28から蓄電装置6-1の充電が行なわれるとき、コンバータECU2Bは、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。また、コンバータECU2Bは、システムリレーSR3をオフさせるための信号SE3を生成してシステムリレーSR3へ出力する。さらに、コンバータECU2Bは、システムリレーSR4のリレーRY1、RY2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE4を生成してシステムリレーSR4へ出力する。そして、コンバータECU2Bは、電源28から充電装置20およびシステムリレーSR1を介して蓄電装置6-1を充電するように、充電装置20を駆動するための駆動信号PW11、PW12を生成して充電装置20へ出力する。

【0088】

また、車両外部の電源28から蓄電装置6-2の充電が行なわれるとき、コンバータECU2Bは、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオフ、オンさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へ出力する。また、コンバータECU2Bは、システムリレーSR4のリレーRY1、RY2をそれぞれオフ、オンさせるための信号SE4を生成してシステムリレーSR4へ出力する。そして、コンバータECU2Bは、電源28から充電装置20およびシステムリレーSR2を介して蓄電装置6-2を充電するように、駆動信号PW11、PW12を生成して充電装置20へ出力する。

【0089】

図8は、図7に示したコンバータECU2Bによる充電制御を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

【0090】

図8を参照して、このフローチャートは、図3に示したフローチャートにおいて、ステップS45、S55、S90、S100、S110をさらに含む。すなわち、ステップS40においてシステムリレーSR3がオンされると、コンバータECU2Bは、蓄電装置6-1の充電状態（以下「SOC (State of Charge)」と称する。）を示す状態量SOC1と蓄電装置6-2のSOCを示す状態量SOC2とを比較する（ステップS45）。なお、状態量SOC1、SOC2については、蓄電装置6-1、6-2の電圧や充放電電流、温度などに基づいて、公知の手法を用いて算出することができる。

【0091】

ステップS45において状態量SOC2の方が状態量SOC1よりも少ないと判定されると（ステップS45においてYES）、コンバータECU2Bは、システムリレーSR1、SR2をそれぞれオフ、オンさせるための信号SE1、SE2を生成してシステムリレーSR1、SR2へそれぞれ出力する（ステップS90）。さらに、コンバータECU2Bは、システムリレーSR4のリレーRY1、RY2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE4を生成してシステムリレーSR4へ出力する（ステップS100）。

【0092】

そして、コンバータECU2Bは、太陽電池22から充電装置20を介して正極線PL1および負極線NL1へ電力を供給するように充電装置20（より具体的には、DC/A変換部34）を制御する。さらに、コンバータECU2Bは、正極線PL1および負極線NL1に供給される電力をコンバータ8-1で昇圧して主正母線MPLおよび主負母線MNLならびにコンバータ8-2を順次介して蓄電装置6-2へ出力するように、コンバータ8-1、8-2を制御する（ステップS110）。

【0093】

これにより、状態量SOC 2が状態量SOC 1よりも少ないとき、太陽電池2 2から充電装置2 0、リレーRY 1、正極線PL 1および負極線NL 1、コンバータ8-1、主正母線MPLおよび主負母線MNL、コンバータ8-2ならびにシステムリレーSR 2を順次介して蓄電装置6-2が充電される。

【0094】

一方、ステップS 4 5において状態量SOC 1が状態量SOC 2以下であると判定されると(ステップS 4 5においてNO)、コンバータECU 2 Bは、ステップS 5 0へ処理を移行し、システムリレーSR 1、SR 2をそれぞれオン、オフさせるための信号SE 1、SE 2を生成してシステムリレーSR 1、SR 2へそれぞれ出力する。さらに、コンバータECU 2 Bは、システムリレーSR 4のリレーRY 1、RY 2をそれぞれオフ、オンさせるための信号SE 4を生成してシステムリレーSR 4へ出力する(ステップS 5 5)。そして、コンバータECU 2 Bは、ステップS 6 0へ処理を移行する。

【0095】

これにより、状態量SOC 1が状態量SOC 2以下のとき、太陽電池2 2から蓄電装置6-1が充電される。

【0096】

以上のように、この実施の形態3によれば、システムリレーSR 4を設けたので、太陽電池2 2の出力電力を蓄電装置6-1、6-2の電圧レベルに変換するための電圧変換器を別途設けることなく、太陽電池2 2から蓄電装置6-1、6-2の双方を充電することができる。

【0097】

なお、特に図示しないが、実施の形態2に示した電源システム1 AにおいてシステムリレーSR 4を設けてもよい。

【0098】

また、上記の各実施の形態においては、コンバータ8-1を電圧制御(電圧フィードバック制御)し、コンバータ8-2を電流制御(電流フィードバック制御)するものとしたが、コンバータ8-1を電流制御し、コンバータ8-2を電圧制御するようにしてもよい。

【0099】

なお、上記において、コンバータECU 2、2 A、2 Bにおける制御は、実際には、CPU (Central Processing Unit) によって行なわれ、CPUは、図3、6、8に示したフローチャートの各ステップおよび図4に示した制御構造を備えるプログラムをROM (Read Only Memory) から読出し、その読出したプログラムを実行して図3、6、8に示したフローチャートおよび図4に示した制御構造に従って処理を実行する。したがって、ROMは、図3、6、8に示したフローチャートの各ステップおよび図4に示した制御構造を備えるプログラムを記録したコンピュータ(CPU)読取可能な記録媒体に相当する。

【0100】

なお、上記において、蓄電装置6-1、6-2は、この発明における「第1および第2の蓄電装置」の一実施例に対応し、主正母線MPLおよび主負母線MNLは、この発明における「電力線」の一実施例に対応する。また、コンバータ8-1、8-2は、この発明における「第1および第2のコンバータ」の一実施例に対応し、コンバータECU 2、2 A、2 Bは、この発明における「制御装置」の一実施例に対応する。

【0101】

さらに、充電プラグ3 0は、この発明における「接続部」の一実施例に対応し、システムリレーSR 4は、この発明における「選択装置」の一実施例に対応する。また、さらに、システムリレーSR 3は、この発明における「切替部」の一実施例に対応し、AC/DC変換部3 2は、この発明における「第1の整流部」の一実施例に対応する。また、さらに、DC/AC変換部3 4は、この発明における「インバータ部」の一実施例に対応し、平滑コンデンサC 2は、この発明における「平滑コンデンサ」の一実施例に対応する。また、さらに、整流部3 8は、この発明における「第2の整流部」の一実施例に対応する。

【0102】

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】

【0103】

【図1】この発明の実施の形態1による車両の全体ブロック図である。

【図2】図1に示すコンバータの概略構成図である。

【図3】図1に示すコンバータECUによる充電制御を説明するためのフローチャートである。

【図4】図1に示すコンバータECUによるコンバータの制御の構造を示した機能ブロック図である。

【図5】実施の形態2による車両の全体ブロック図である。

【図6】図5に示すコンバータECUによる充電制御を説明するためのフローチャートである。

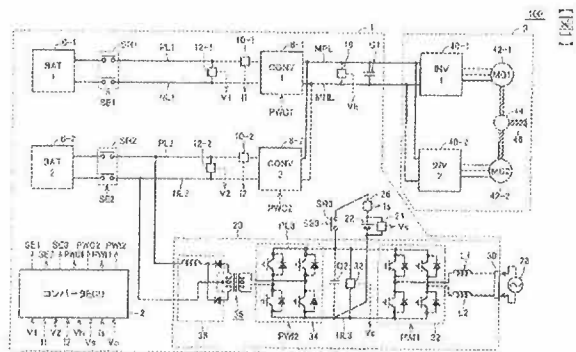
【図7】実施の形態3による車両の全体ブロック図である。

【図8】図7に示すコンバータECUによる充電制御を説明するためのフローチャートである。

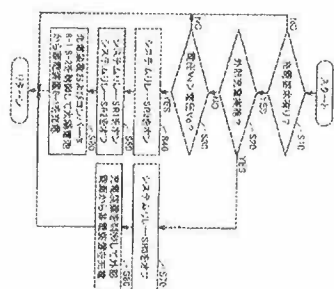
【符号の説明】

【0104】

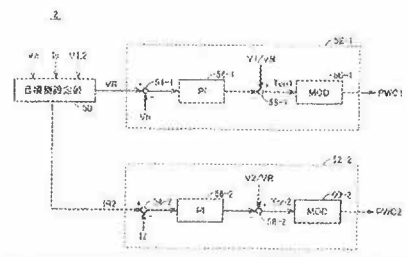
1、1A、1B 電源システム、2、2A、2B コンバータECU、3 駆動力発生部、6-1、6-2 蓄電装置、8-1、8-2 コンバータ、10-1、10-2、26 電流センサ、12-1、12-2、18、24、31、33 電圧センサ、20 充電装置、22 太陽電池、28 電源、30 充電プラグ、32 AC/DC変換部、34 DC/AC変換部、36 絶縁トランス、38 整流部、40-1、40-2 インバータ、42-1、42-2 モータジェネレータ、44 動力伝達機構、46 駆動軸、48-1 チョップ回路、50 目標値設定部、52-1 電圧制御部、52-2 電流制御部、54-1、54-2、58-1、58-2 減算部、56-1、56-2 比例積分制御部、60-1、60-2 変調部、100、100A、100B 車両、MPL 主正母線、MNL 主負母線、SR1~SR4 システムリレー、RY1、RY2 リレー、C1、C2、C11 平滑コンデンサ、PL1~PL3 正極線、NL1~NL3 負極線、L1、L2、L11 コイル、LN1A 正母線、LN1C 負母線、LN1B 配線、Q1A、Q1B トランジスタ、D1A、D1B ダイオード、ACL1、ACL2 電力線。



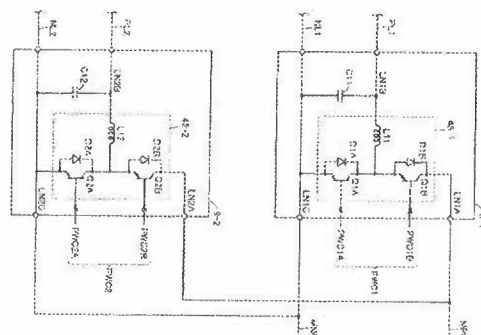
【図1】



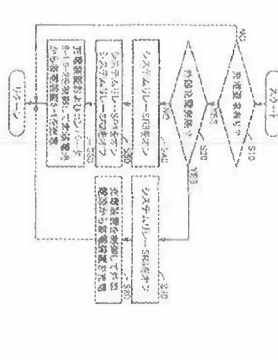
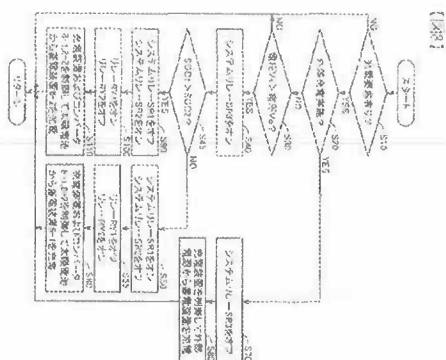
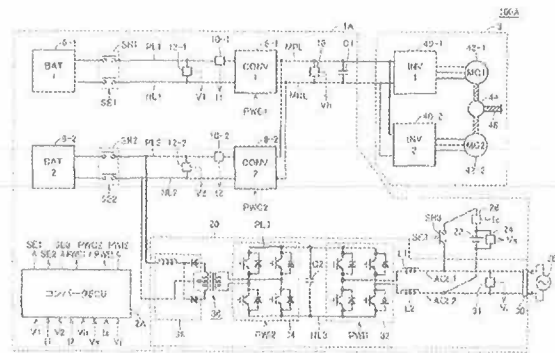
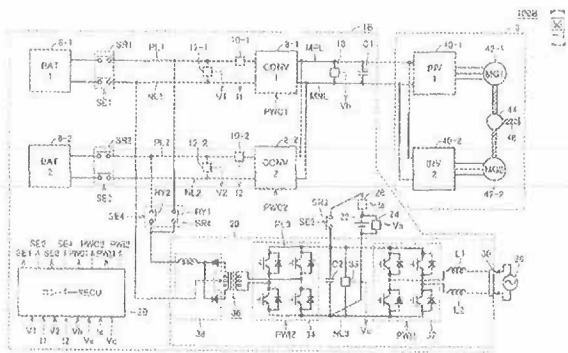
【図2】



【図3】



【図4】



ドクターム(参考) 5G503 AA01 AA06 BA02 BB02 CA01 CA12 GB03 GB06 GD03 GD06
5H030 AA09 AS08 BB01 BB07 FF41
5H420 BB03 BB12 BB13 CC03 CC09 DD02 DD06 EA10 EA47 EB09
FF03 FF04 FF24 FF25
5H730 AA15 AS13 AS17 BB14 BB82 BB88 DD02 EE07 EE59 FD01
FD11 FD41 FF09 FG05



Espacenet

Bibliographic data: KR20130063893 (A) — 2013-06-17

DC-DC CONVERTER CONTROL SYSTEM FOR GREEN CAR AND METHOD THEREOF

Inventor(s): KIM SUNG KYU [KR]; CHOI WON KYOUNG [KR]; KWAK MU SHIN [KR]; BAE SU HYUN [KR] ± (KIM, SUNG KYU, ; CHOI, WON KYOUNG, ; KWAK, MU SHIN, ; BAE, SU HYUN)

Applicant(s): HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR] ± (HYUNDAI MOTOR COMPANY, ; KIA MOTORS CORPORATION)

Classification: - international: B60L11/18; H02M1/42; H02M3/155; H02P5/00
 - cooperative: B60L11/123; B60L11/14; B60L15/007; B60L15/2009; B60L7/14; B60L2210/14; B60L2210/40; B60L2240/421; B60L2240/423; B60L2240/425; B60L2240/427; B60L2240/547; Y02T10/6217; Y02T10/645; Y02T10/646; Y02T10/7005; Y02T10/7077; Y02T10/7225; Y02T10/7241; Y02T10/7275

Application number: KR20110130511 20111207 Global Dossier

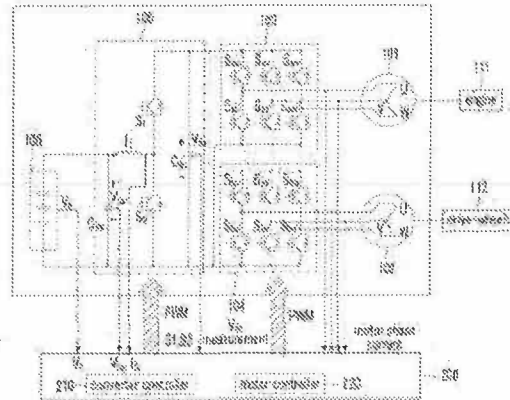
Priority number(s): KR20110130511 20111207

Also published as: CN103151984 (A) DE102012213380 (A1) JP2013121313 (A) KR101283892 (B1) US2013147404 (A1) more

Abstract of KR20130063893 (A)

PURPOSE: A device and method for controlling a DC(Direct Current)-DC converter in an eco-friendly vehicle are provided to actively control the output voltage of the converter according to the driving condition of a motor and an inverter and according to the voltage variation of a battery, thereby improving the efficiency of a system and fuel efficiency. **CONSTITUTION:** A device for controlling a DC(Direct Current)-DC converter in an eco-friendly vehicle includes a battery(106), a first motor(101), a second motor(102), a first inverter(103), a second inverter(104), the DC-DC converter(105), and a controller(200). A direct voltage is stored in the battery. The first and the second motor are driven as electric motors or generators. The first and the second inverter drive the first and the second motor. The DC-DC converter raises the direct voltage from the

battery, and then supplies the raised direct voltage to the first and the second inverter. The DC-DC converter raises the direct voltage from the first and the second inverter, and then supplies the raised direct voltage to the battery. The controller applies a torque command to a current reference map in order to generate a voltage reference, switches the DC-DC converter with a PWM (Pulse Width Modulation), and then controls an output voltage supplied to the first and the second inverter. [Reference numerals] (210) HDC controller; (220) Motor controller; (AA) V_{dc} measurement; (BB) I



<https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?CC=KR&NR=20130063893A>, 10/12/2018

Petitioner EX1007
Toyota v. Bunker Hill IPR2026-00250
Page 599 of 798

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0063893 (43) 공개일자 2013년06월17일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) B60L 11/18 (2006.01) H02M 3/155 (2006.01) H02M 1/42 (2007.01) H02P 5/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2011-0130511 (22) 출원일자 2011년12월07일 심사청구일자 2011년12월07일	(71) 출원인 현대자동차주식회사 서울특별시 서초구 현대로 12 (양재동) 기아자동차주식회사 서울특별시 서초구 현대로 12 (양재동) (72) 발명자 김성규 경기도 부천시 원미구 중동로 187, 1210동 1304호 (중동, 무지개마을) 최원경 경기 화성시 남양동 신영동현대아파트 111동 506호 (빛깔에 개속) (74) 대리인 유미특허법인	

전체 청구항 수 : 총 11 항

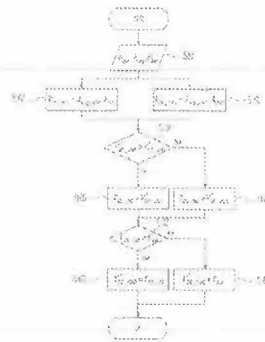
(54) 방법의 명칭 친환경 차량에서 DC-DC 컨버터 제어장치 및 방법

(57) 요약

DC-DC컨버터의 출력 전압을 능동적으로 제어하여 시스템의 효율 향상을 제공하도록 하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어방법이 개시된다.

본 발명은 제1.2모터의 구동을 요구하는 토크 명령과 제1.2모터의 회전속도, 제1.2모터의 자속, 배터리의 전압을 검출하는 과정; 제1.2모터의 자속과 속도로부터 제1.2모터의 요구전압을 추출하는 과정; 제1.2모터의 요구전압을 비교하여 큰 값을 모터의 최종 요구전압으로 결정하는 과정; 배터리의 전압과 모터의 최종 요구전압을 비교하여 큰 값을 최종 전압치명으로 결정하는 과정을 포함한다.

도면 50 - 504



(72) 발명자

곽무신

경기 화성시 탄홍동 상용역가아파트 453동 2103호

배수원

경기 화성 장덕 772-1

특허청구의 범위

청구항 1

직류전압이 저장되는 배터리;

전동기 또는 발전기로 동작하는 제1,2모터;

제1,2모터를 구동시키는 제1,2인버터;

배터리로부터의 직류전압을 승압하여 제1,2인버터로 공급하고, 제1,2인버터로부터의 직류전압을 승압하여 배터리에 공급하는 DC-DC전변터;

를 포함하고,

토크 명령을 전류지령 방식에 적용하여 전압지령을 생성한 다음 PWM신호로 DC-DC전변터를 스위칭시켜 제1,2인버터에 공급되는 출력전압을 제어하는 제1제어기;

를 포함하는 전회로 차량에서 DC-DC전변터 제어장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1제어기는 토크 명령에 따라 제1,2모터가 각각 요구하는 자속을 생성하고, 제1,2모터가 요구하는 자속과 제1,2모터의 속도 및 배터리 전압을 적용하여 DC-DC전변터의 출력 전압을 결정하고, 전압지령을 생성하여 DC-DC전변터를 제어하는 전회로 차량에서 DC-DC전변터 제어장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1제어기는 제1,2모터의 자속과 속도를 이용하여 제1,2모터의 요구전압을 생성하고, 제1,2모터의 요구전압을 비교하여 큰 값을 모터의 최종 요구전압으로 결정하며, 배터리 전압과 모터의 최종 요구전압을 비교하여 큰 값을 최종 전압지령으로 결정하는 전회로 차량에서 DC-DC전변터 제어장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1제어기는 제1모터의 요구전압이 제2모터의 요구전압을 초과하면 제1모터의 요구전압을 최종 요구전압으로 결정하고, 제2모터의 요구전압이 제1모터의 요구전압을 초과하면 제2모터의 요구전압을 최종 요구전압으로 결정하는 전회로 차량에서 DC-DC전변터 제어장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제1제어기는 모터의 최종 요구전압이 배터리 전압을 초과하면 최종 요구전압을 전류지령으로 결정하고, 배터리 전압이 모터의 최종 요구전압을 초과하면 배터리 전압을 전류지령으로 결정하는 전회로 차량에서 DC-DC전변터 제어장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1제어기는 토크명령에 따라 PWM신호를 생성하여 DC-DC전변터의 스위칭을 제어하는 HIC제어기;

토크명령에 따라 PWM신호를 생성하여 제1,2인버터의 스위칭을 제어하는 모터제어기;

를 포함하는 전회로 차량에서 DC-DC전변터 제어장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 BDC제어기는 토크 명령과 제1,2모터의 온도에 따라 제1,2모터의 자속을 생성하는 자속연산부;

상기 자속연산부에서 제공되는 제1,2모터의 자속과 제1,2모터의 속도 및 배터리의 전압을 적용하여 DC-DC컨버터 제어를 위한 최종 전압지령을 생성하는 전압지령생성부;

을 포함하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전압지령생성부는 제1모터의 자속과 제1모터의 속도를 적용하여 제1전압지령을 생성하는 제1연산부;

제2모터의 자속과 제2모터의 속도를 적용하여 제2전압지령을 생성하는 제2연산부;

제1연산부에서 생성된 제1전압지령과 제2연산부에서 생성된 제2전압지령에 배터리의 전압을 적용하여 최종 전압지령을 생성하는 제3연산부;

을 포함하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어장치.

청구항 9

제1,2모터의 구동을 요구하는 토크 명령과 제1,2모터의 회전속도, 제1,2모터의 자속, 배터리의 전압을 검출하는 과정;

제1,2모터의 자속과 속도로부터 제1,2모터의 요구전압을 추출하는 과정;

상기 제1,2모터의 요구전압을 비교하여 큰 값을 모터의 최종 요구전압으로 결정하는 과정;

배터리의 전압과 모터의 최종 요구전압을 비교하여 큰 값을 최종 전압지령으로 결정하는 과정;

을 포함하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1모터의 요구전압과 제2모터의 요구전압 비교에서 제1모터의 요구전압이 제2모터의 요구전압을 초과하면 제1모터의 요구전압을 최종 요구전압으로 결정하는 과정;

제2모터의 요구전압이 제1모터의 요구전압을 초과하면 제2모터의 요구전압을 최종 요구전압으로 결정하는 과정;

을 포함하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 모터의 최종 요구전압과 배터리의 전압의 비교에서 모터의 최종 요구전압이 배터리의 전압을 초과하면 최종 요구전압을 전류지령으로 결정하는 과정;

배터리의 전압이 모터의 최종 요구전압을 초과하면 배터리의 전압을 전류지령으로 결정하는 과정;

을 포함하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 친환경 차량의 제어장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 DC-DC컨버터의 출력 전압을 제어하여 시스템의 효율 향상을 제공하도록 하는 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어장치 및 방법에 관한 것이다.

3 4 5 6

[0007] 화합물에 대한 원시 화합물의 구조는 각자에 따라 일치하거나 이의 구조와 매우 유사한 구조를 갖는다.

[illegible][illegible][illegible]

[0006] 즉, DC-DX[마터]는 상시적으로 인바터의 위치 요구 전압을 출력하는 인바터에 공급하게 된다.

[illegible][illegible]

[0009] 도 3은 본래의 전원경 제압에서 DC-DC컨버터의 출력전압에 대하여 인버터의 손실을 무시한 그래프이다.

相 考 考

[illegible]

444

[illegible]

[illegible][illegible]

[0013] 상기 제어기는 제1 코일에서 유도된 전압을 측정하고, 제1 코일의 인덕턴스를 이용하여 제1 코일에 흐르는 전류의 크기를 산출한다. 그리고, 제1 코일의 인덕턴스 값을 이용하여 제1 코일의 자속 및 자속변화율을 산출하고, 제1 코일의 자속 및 자속변화율에 따라 제1 코일의 자속이 증가하는 방향으로 제1 코일을 회전시킨다.

[006] 자기 제어기는 제로포더의 오차에 비례하여 제로포더의 오차를 줄여 주는 제로제어기를 이용하여 제로제어를 하고, 제로포더의 오차에 비례하여 제로제어기의 오차를 줄여 주는 제로제어기를 이용하여 제로제어를 한다.

[illegible]

- [0018] 상기 제어기는 토크 명령에 따라 PWM신호를 생성하여 DC-DC컨버터의 스위칭을 제어하는 HEC제어기; 토크 명령에 따라 PWM신호를 생성하여 제1,2인버터의 스위칭을 제어하는 모터제어기를 포함할 수 있다.
- [0019] 상기 HEC제어기는 토크 명령과 제1,2모터의 온도에 따라 제1,2모터의 자속을 생성하는 자속원산부; 상기 자속원산부에서 제공되는 제1,2모터의 자속과 제1,2모터의 속도 및 배터리의 전압을 적용하여 DC-DC컨버터 제어를 위한 최종 전압지령을 생성하는 전압지령생성부를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 전압지령생성부는 제1모터의 자속과 제1모터의 속도를 적용하여 제1전압지령을 생성하는 제1연산부; 제2모터의 자속과 제2모터의 속도를 적용하여 제2전압지령을 생성하는 제2연산부; 제1연산부에서 생성된 제1전압지령과 제2연산부에서 생성된 제2전압지령에 배터리의 전압을 적용하여 최종 전압지령을 생성하는 제3연산부를 포함할 수 있다.
- [0021] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르는 특징은 제1,2모터의 구동을 요구하는 토크 명령과 제1,2모터의 회전속도, 제1,2모터의 자속, 배터리 전압을 결산하는 과정; 제1,2모터의 자속과 속도로부터 제1,2모터의 요구전압을 추출하는 과정; 상기 제1,2모터의 요구전압을 비교하여 큰 값을 모터의 최종 요구전압으로 결정하는 과정; 배터리 전압과 모터의 최종 요구전압을 비교하여 큰 값을 최종 전압지령으로 결정하는 과정을 포함하는 전압지령 생성에서 DC-DC컨버터 제어방법이 제공된다.
- [0022] 상기 제1모터의 요구전압과 제2모터의 요구전압 비교에서 제1모터의 요구전압이 제2모터의 요구전압을 초과하면 제1모터의 요구전압을 최종 요구전압으로 결정하는 과정; 제2모터의 요구전압이 제1모터의 요구전압을 초과하면 제2모터의 요구전압을 최종 요구전압으로 결정하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0023] 상기 모터의 최종 요구전압과 배터리 전압의 비교에서 모터의 최종 요구전압이 배터리 전압을 초과하면 최종 요구전압을 전류지령으로 결정하는 과정; 배터리 전압이 모터의 최종 요구전압을 초과하면 배터리 전압을 전류지령으로 결정하는 과정을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 이와 같이 본 발명은 친환경 차량에서 모터와 인버터의 운전조건 및 배터리의 전압변동에 따라 DC-DC컨버터의 출력전압을 제어함으로써, 인버터에서 불필요한 전력 손실이 발생되지 않아 시스템의 효율 향상과 연비 향상을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
- 도 2는 도 1에서 HEC제어기의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 도 2에서 전압지령생성부의 상세 구성을 도시한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어장치를 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- 도 5는 종래의 친환경 차량에서 DC-DC컨버터의 출력전압에 대하여 인버터의 손실을 도시한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- [0027] 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다.
- [0028] 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참조 부호를 부여한다.
- [0029] 또한, 도면에서 나타난 각 구성요소의 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도면에 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0030] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 친환경 차량에서 DC-DC컨버터 제어장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0031] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예는 제1모터(101), 제2모터(102), 제1인버터(103), 제2인버터(104), DC-DC컨버터(105), 배터리(106) 및 제어기(200)를 포함한다.

- [0032] 제1모터(101)는 3상 교류전동기로, 도시되지 않은 엔진을 시동할 수 있는 견동기로 동작하고, 엔진이 시동 온을 유지할 때 발전기로서 동작한다.
- [0033] 제1모터(101)는 제1인버터(103)를 통해 공급되는 3상 교류전압에 의해 구동되어 도시되지 않은 엔진을 시동 온시키고, 엔진이 시동 온을 유지하는 경우 3상 교류전압을 발전시켜 제1인버터(103)로 출력한다.
- [0034] 제2모터(102)는 도시되지 않은 구동차륜을 구동하는 3상 교류전동기로, 제2인버터(104)에서 공급되는 3상 교류전압의 의해 구동모터를 발생시킨다.
- [0035] 또한, 제2모터(102)는 차량의 회생 제동시 발전기로 동작하여 3상 교류전압을 발생시켜 제2인버터(104)로 출력한다.
- [0036] 제1모터(101)는 고정자 코일로서 Y결선형 3상 코일을 포함하며, 3상 코일을 형성하는 U, V, W상 코일의 일측이 서로 연결되어 중성점을 형성하고, U, V, W상 코일의 다른 일측은 제1인버터(103)의 대응하는 이압에 연결된다.
- [0037] 제2모터(102)는 고정자 코일로서 Y결선형 3상 코일을 포함하며, 3상 코일을 형성하는 U, V, W상 코일의 일측이 서로 연결되어 중성점을 형성하고, U, V, W상 코일의 다른 일측은 제2인버터(104)의 대응하는 아암에 연결된다.
- [0038] 제1인버터(103)는 제어기(200)에서 인가되는 PWM 신호에 따라 DC-DC컨버터(105)에서 송입되어 공급되는 배터리(106)의 직류전압을 3상 교류전압으로 변환하여 제1모터(101)에 구동전압으로 공급한다.
- [0039] 제2인버터(104)는 제어기(200)에서 인가되는 PWM 신호에 따라 DC-DC컨버터(105)에서 송입되어 공급되는 배터리(106)의 직류전압을 3상 교류전압으로 변환하여 제2모터(102)에 구동전압으로 공급한다.
- [0040] 제1인버터(103)는 전력 스위칭소자가 직렬로 연결되어 구성되며, U상 아암(S_{u1} , S_{u2}), V상 아암(S_{v1} , S_{v2}), W상 아암(S_{w1} , S_{w2})을 포함한다.
- [0041] 상기 전력 스위칭소자는 NPN형 트랜지스터, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), MOSFET 중 어느 하나로 구성된다.
- [0042] 제2인버터(104)는 전력 스위칭소자가 직렬로 연결되어 구성되며, U상 아암(S_{u3} , S_{u4}), V상 아암(S_{v3} , S_{v4}), W상 아암(S_{w3} , S_{w4})을 포함한다.
- [0043] 상기 전력 스위칭소자는 NPN형 트랜지스터, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), MOSFET 중 어느 하나로 구성된다.
- [0044] DC/DC컨버터(105)는 배터리(106)와 제1,2인버터(103)(104)와 사이에 설치되어 제어기(200)에서 인가되는 PWM 듀티 제어신호에 따라 배터리(106)에서 공급되는 직류전압을 설정된 레벨의 전압으로 송입하여 제1인버터(103) 및 제2인버터(104)에 출력한다.
- [0045] 또한, DC-DC컨버터(105)는 제어기(200)에서 인가되는 PWM 듀티 제어신호에 따라 제1인버터(103) 혹은 제2인버터(104)에서 인가되는 직류전압을 송입하여 배터리(106)에 충전 전압으로 공급한다.
- [0046] DC-DC컨버터(105)는 도시되지 않은 메인 릴레이를 통해 배터리(106)의 양단에 연결되며, DC 링크 커패시터(C_d)와 직렬로 접속되는 제1전력 스위칭소자(S_1)와 제2전력 스위칭소자(S_2), 배터리(106)의 양단간 전압 변동을 완화하는 평활 커패시터(C_{dc})를 포함한다.
- [0047] 배터리(106)는 다수개의 단위셀로 구성되는 고전압 배터리로 직류전압을 저장한다.
- [0048] 배터리(106)는 예를 들어 나셀-수소, 리튬-이온 2차 전지, 대용량 커패시터 중 어느 하나로 구성될 수 있으며, 저장된 직류전압을 DC-DC컨버터(105)를 통해 송입시켜 제1모터(101) 혹은 제2모터(102)에 공급한다.
- [0049] 제어기(200)는 상위제어기로부터 인가되는 토크 명령에 따라 설정된 전류 지령 값 데이터를 적용하여 DC-DC컨버터(105)의 스위칭을 위한 PWM신호를 생성하여 와 제1전력 스위칭소자(S_1)와 제2전력 스위칭소자(S_2)를 스위칭시켜 배터리(106)에서 공급되는 전압을 설정된 레벨로 송입시켜 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 일시 저장한 다음 제1인버터(104)와 제2인버터(104)에 공급한다.
- [0050] 또한, 상기 제어기(200)는 상위제어기로부터 인가되는 토크 명령에 따라 PWM신호를 생성하여 제1인버터(103)와 제2인버터(104)의 스위칭을 제어하여 DC-DC컨버터(105)에서 공급되는 전압을 3상 교류전압으로 변환시켜 제1모

터(101) 혹은 제2모터(102)의 구동을 실행시킨다.

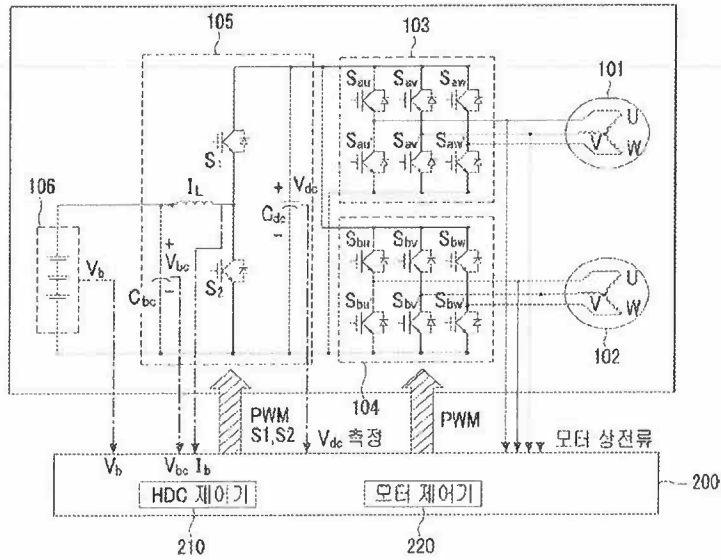
- [0051] 상기 제어기(200)는 DC-DC컨버터(105)의 스위칭과 제1인버터(103) 및 제2인버터(104)의 스위칭을 제어하는 상태에서 배터리(106)의 출력전압(V_b)과 전류(I_b), DC-DC컨버터(105)의 DC 링크 커패시터(C_{dc})에 충전되는 전압(V_{dc}), 제1모터(101)와 제2모터(102)의 각 상에 인가되는 구동전류, 제1모터(101)와 제2모터(102)의 온도 등의 정보를 검출하여 DC-DC컨버터(105)의 스위칭을 위한 PWM신호와 제1인버터(103) 및 제2인버터(104)의 스위칭을 위한 PWM신호를 출력한다.
- [0052] 상기 제어기(200)는 상위제어기로부터 토크 명령이 검출되면 설정된 전류지령 맵 데이터를 적용하여 제1모터(101)와 제2모터(102)가 요구하는 각속을 생성하고, 제1모터(101)와 제2모터(102)가 요구하는 각속과 속도 및 배터리 전압(V_b)을 적용하여 DC-DC컨버터(105)의 출력전압을 결정한다.
- [0053] 그리고, 제어기(200)는 DC-DC컨버터(105)의 출력전압에 따라 PWM신호를 생성하여 DC-DC컨버터(105)의 제1전력 스위칭소자(S_1)와 제2전력 스위칭소자(S_2)를 스위칭시킴으로써, 제1인버터(103)와 제2인버터(104)에서 전압 손실이 발생되지 않고, 적절한 효율을 갖는 전압을 출력할 수 있다.
- [0054] 상기에서 제어기(200)는 제1모터(101)와 제2모터(102)가 요구하는 각속과 속도로부터 제1인버터(103)와 제2인버터(104)가 요구되는 전압을 결정할 수 있다.
- [0055] 상기 제어기(200)는 상위제어기로부터 인가되는 토크명령에 따라 PWM신호를 생성하여 DC-DC컨버터(210)의 스위칭을 제어하는 HBC제어기(210)와 상위제어기로부터 인가되는 토크명령에 따라 PWM신호를 생성하여 제1인버터(103)와 제2인버터(104)의 스위칭을 제어하는 모터제어기(220)를 포함한다.
- [0056] 상기 HBC제어기(210)는 도 2에 도시된 바와 같이, 각속연산부(211)와 전압지령생성부(212)를 포함한다.
- [0057] 각속연산부(211)는 차량의 운전조건인 토크 명령과 제1,2모터(101)의 온도를 설정된 전류지령 맵 데이터에 적용하여 제1모터(101)의 각속($flux\_mag\_MG1$)과 제2모터(102)의 각속($flux\_mag\_MG2$)을 생성한다.
- [0058] 전압지령생성부(212)는 상기 각속연산부(211)에서 제공되는 제1모터(101)의 각속($flux\_mag\_MG1$)과 제1모터(101)의 속도를 적용하여 제1전압지령을 생성하고, 각속연산부(211)에서 제공되는 제2모터(102)의 각속($flux\_mag\_MG2$)과 제2모터(102)의 속도를 적용하여 제2전압지령을 생성한 다음 제1전압지령과 제2전압지령 및 배터리의 전압을 적용하여 DC-DC컨버터(105)의 스위칭을 위한 최종 전압지령을 결정하여 PWM신호로 생성한다.
- [0059] 상기 전압지령생성부(212)는 도 3에 도시된 바와 같이, 제1연산부(212-1)와 제2연산부(212-2) 및 제3연산부(212-3)를 포함한다.
- [0060] 제1연산부(212-1)는 제1모터(101)의 각속($flux\_mag\_MG1$)과 제1모터(101)의 속도를 적용하여 제1전압지령을 생성한다.
- [0061] 제2연산부(212-2)는 제2모터(102)의 각속($flux\_mag\_MG2$)과 제2모터(102)의 속도를 적용하여 제2전압지령을 생성한다.
- [0062] 제3연산부(212-3)는 제1연산부(212-1)에서 생성된 제1전압지령과 제2연산부(212-2)에서 생성된 제2전압지령에 배터리의 전압을 적용하여 DC-DC컨버터(105)의 스위칭을 제어하기 위한 최종 전압지령을 생성한다.
- [0063] 전술한 바와 같은 기능을 포함하여 구성되는 본 발명의 동작은 다음과 같다.
- [0064] 본 발명은 친환경 차량의 운행중 인버터에서 불필요한 전력 손실이 발생되지 않도록 DC-DC컨버터의 출력전압을 제어하는 기술이므로 이에 대해서는 구체적으로 설명하며 다른 제어의 동작은 통상적인 친환경 차량의 운용과 동일 내지 유사하므로 구체적인 설명은 생략한다.
- [0065] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 친환경 차량에서 DC-DC컨버터의 제어절차를 개략적으로 도시한 흐름도이다.
- [0066] 도 4를 참조하면, 본 발명이 적용되는 친환경 차량이 운행되면 제어기(200)는 제1모터(101)와 제2모터(102)의 회전속도(ω_{rg})와 각속(λ_{rg}), 배터리(106)의 전압(V_{bat})을 검출한다(S101).
- [0067] 이후, 제어기(200)는 제1모터(101)의 각속(λ_{arg_ref})과 정규화된 제1모터(101)의 속도(k_{g1})를 적용하여 제1모터(101)의 요구전압(V_{dc_dc1})을 산출한다(S102).

- [0068] 그리고, 제어기(200)는 제2모터(102)의 자속(λ_{mag_M2})과 정규화된 제2모터(102)의 속도(λ_{M2})를 적용하여 제2모터(102)의 요구전압(V_{DC_M2})을 산출한다(S102).
- [0069] 상기 S102와 S103에서 제1모터(101)의 요구전압(V_{DC_M1})과 제2모터(102)의 요구전압(V_{DC_M2})이 산출되면 제1모터(101)의 요구전압(V_{DC_M1})이 제2모터(102)의 요구전압(V_{DC_M2})보다 큰 값을 갖는지 비교한다(S104).
- [0070] 상기 S104의 비교에서 제어기(200)는 제1모터(101)의 요구전압(V_{DC_M1})이 제2모터(102)의 요구전압(V_{DC_M2})을 초과하면 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})을 제1모터(101)의 요구전압(V_{DC_M1})으로 결정한다(S105).
- [0071] 그러나, 상기 S104의 비교에서 제어기(200)는 제2모터(102)의 요구전압(V_{DC_M2})이 제1모터(101)의 요구전압(V_{DC_M1})을 초과하면 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})을 제2모터(102)의 요구전압(V_{DC_M2})으로 결정한다(S106).
- [0072] 이후, 제어기(200)는 상기에서 결정된 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})과 배터리의 전압(V_{Bat})을 비교하여 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})이 배터리의 전압(V_{Bat})을 초과하는지 판단한다(S107).
- [0073] 상기 S107의 비교에서 제어기(200)는 배터리의 전압(V_{Bat})이 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})을 초과하면 DC-DC컨버터(105)의 스위칭을 제어하는 최종 전압명령을 배터리의 전압(V_{Bat})으로 결정한다(S108).
- [0074] 그러나, 상기 S107의 비교에서 제어기(200)는 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})이 배터리의 전압(V_{Bat})을 초과하면 DC-DC컨버터(105)의 스위칭을 제어하는 최종 전압명령을 모터의 최종 요구전압(V_{DC_M})으로 결정한다(S109).
- [0075] 이후, 결정된 최종 요구전압(V_{DC_M})이 출력될 수 있도록 PWM 신호를 생성하여 DC-DC컨버터(105)의 제1전력 스위칭소자(S_1)과 제2전력 스위칭소자(S_2)를 동작시켜 배터리(100)에서 공급되는 전압을 승압한 다음 제1인버터(103) 및 제2인버터(104)에 공급한다.
- [0076] 따라서, 제1인버터(103)와 제2인버터(104)에 공급되는 전압은 인버터와 모터의 설계 특성 및 배터리 전압 특성이 그대로 적용되므로, 전압 손실이 발생되지 않아 시스템의 효율 향상과 연비 향상을 제공한다.
- [0077] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 특허 청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능한 것은 물론이다.

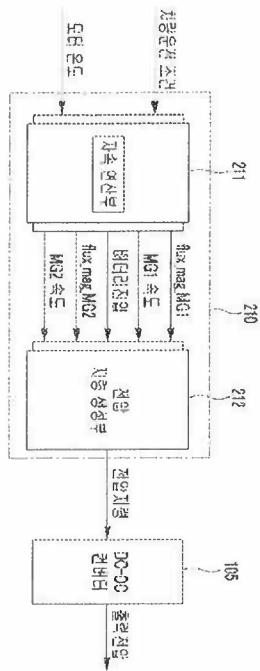
부호의 설명

- | | | |
|--------|----------------|---------------|
| [0078] | 101 : 제1모터 | 102 : 제2모터 |
| | 103 : 제1인버터 | 104 : 제2인버터 |
| | 105 : DC-DC컨버터 | 100 : 배터리 |
| | 200 : 제어기 | 210 : HDC 제어기 |
| | 220 : 모터제어기 | 211 : 자속연산부 |
| | 212 : 전압자령생성부 | |

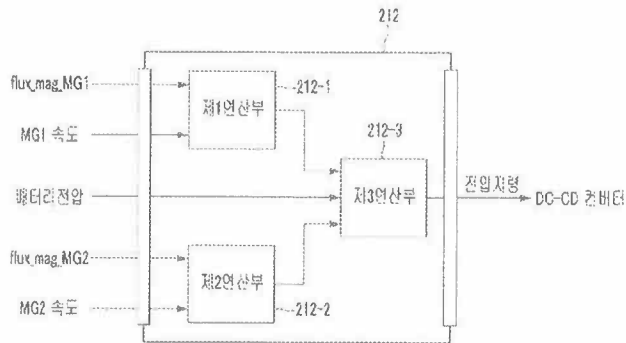
도 1
도 2



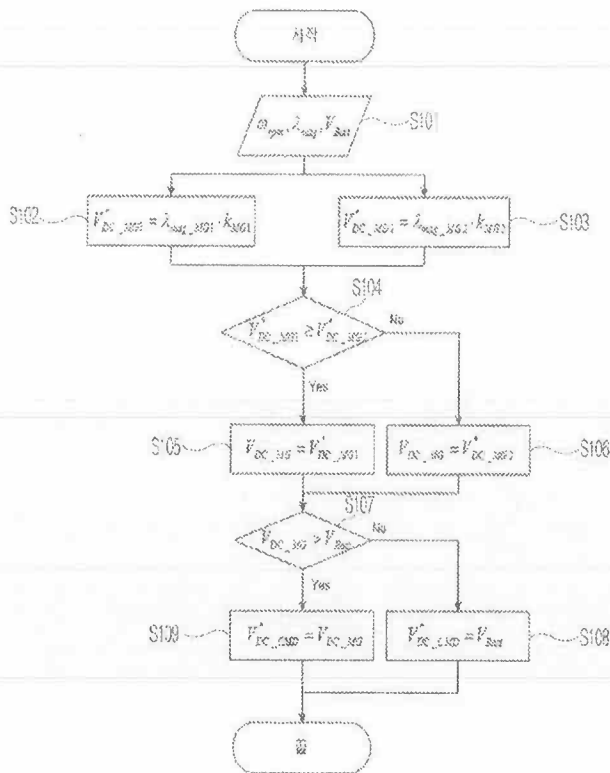
도 3



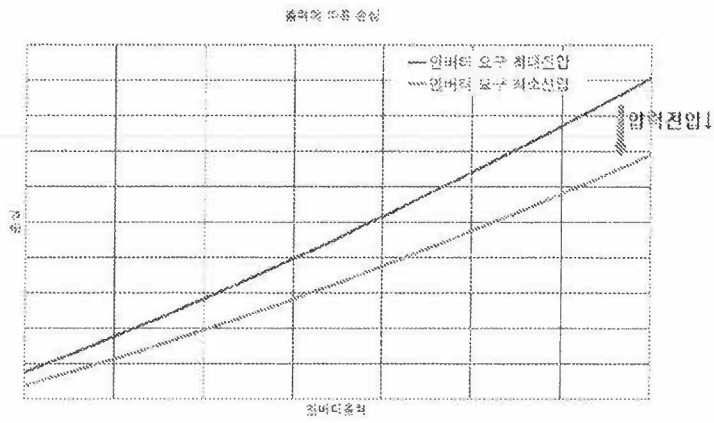
도 11



도 12



도 5



(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年1月17日(17.01.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/008328 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 9/18 (2006.01) H02P 27/04 (2006.01)
H02P 21/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066064
- (22) 国際出願日: 2011年7月14日(14.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (73) 発明者/出願人(米国についてのみ): 森崎 啓介 (MORISAKI, Keisuke) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人深見特許事務所 (Fukami Patent Office, p.c.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー Osaka (JP).

- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, 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, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

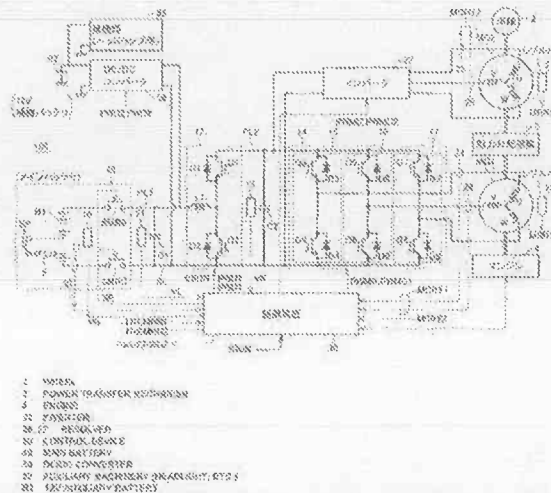
添付公開書類:

国際調査報告(条約第31条(3))

(54) Title: VEHICLE DRIVING DEVICE

(54) 発明の名称: 車両の駆動装置

(57)



(57) Abstract: A vehicle driving device comprises: a high-voltage battery (B1); a voltage converter (12) capable of converting the voltage of the high-voltage battery (B1) to a voltage in the range of the voltage of the high-voltage battery (B1) to a predetermined upper limit voltage; an inverter (22), the power supply voltage of which is supplied from the voltage converter (12); a traveling motor (MG2) driven by the inverter (22); and a control device (30) for controlling the voltage converter (12) and the inverter (22). The control device (30) determines, based on an environment under which a vehicle is used or used loads, whether or not to further limit the upper limit voltage of the voltage converter (12) with respect to the predetermined upper limit voltage. When further limiting the upper limit voltage of the voltage converter (12) with respect to the predetermined upper limit voltage, the control device (30) limits a required torque based on an accelerator pedal operation performed by a driver and drives the inverter (22).

(57) 要約: 車両の駆動装置は、高圧バッテリー(B1)と、高圧バッテリー(B1)の電圧を高圧バッテリー(B1)の電圧以上所定の上限電圧までの範囲の電圧に変換することが可能な電圧コンバータ(12)と、電圧コンバータ(12)から電源電圧が供給されるインバータ(22)と、インバータ(22)によって駆動される走行用モータ(MG2)と、電圧コンバータ(12)およびインバータ(22)を制御する制御装置(30)とを備える。制御装置(30)は、車両の使用される環境または使用負荷に基づいて電圧コンバータ(12)の上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定する。制御装置(30)は、電圧コンバータ(12)の上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限する場合には、運転者のアクセルペダル操作に基づく要求トルクに制限をかけてインバータ(22)を駆動する。

WO 2013/008328 A1

明 細 書

発明の名称：車両の駆動装置

技術分野

[0001] この発明は、車両の駆動装置に関し、特に蓄電装置を昇圧可能な電圧コンバータを備えた車両の駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 電気自動車やハイブリッド自動車等の駆動用モータを搭載する車両には、バッテリーの電圧を電圧コンバータで昇圧してモータ駆動用のインバータに供給するように構成されたものがある。

[0003] モータは、高速回転するとそれに伴い逆起電力も増加するので、その逆起電力がバッテリー電圧を超える場合に良好な制御性を保つために、インバータに供給する電源電圧を電圧コンバータによって昇圧して逆起電力よりも高くしている。

[0004] 特開2010-239791号公報（特許文献1）は、このような電圧コンバータを有する車両において、電動機を駆動する駆動回路に作用させる電圧を電動機の温度と大気圧とに基づいてより適正なものとするのが開示されている。

[0005] この車両では、モータ温度が所定温度（100℃）未満のときにはモータの定格電圧を制限電圧に設定し、モータ温度が所定温度以上のときには大気圧が小さい（標高が高い）ほど小さくなる傾向の電圧を制限電圧に設定し、設定した制限電圧を用いてインバータに供給すべき目標電圧を設定して電圧コンバータを制御する。これにより、モータ温度が低くモータで絶縁破壊が生じるおそれ小さいときにはインバータに作用する電圧を不要に制限してモータから出力可能なトルクが不要に制限されるのを抑制することができ、モータ温度が高くモータを保護する必要があるときには大気圧に基づく制限電圧によってインバータに作用する電圧に制限を課してモータを保護することができる。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開2010-239791号公報
特許文献2：特開2008-284908号公報
特許文献3：特開2004-350422号公報
特許文献4：特開2007-295703号公報
特許文献5：特開2004-104937号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 上記特開2010-239791号公報に記載された車両では、モータ温度と大気圧に基づいて昇圧電圧を制限することで、モータから出力可能な駆動力を不要に制限することなく、モータで絶縁破壊が生じることを防止している。
- [0008] ところで、電気自動車等のモータ制御は、PWM制御モード、過変調PWM制御モード、矩形波制御モードの3つのモードが適時選択されて実行されている。モータの回転速度が変化すると、これらのモードの選択切替が実行される。
- [0009] しかしながら、昇圧電圧を制限している間は、昇圧電圧を制限していない時に比べて、モード切替点が、低回転で実行されるようになる。制御モードの切替時には過渡的な部分での制御性が低下するが、低回転領域ではそれが顕著になり、モータの制御モードの切替に伴うショックが感じられる場合がある。
- [0010] この発明の目的は、モータの制御モードの切替に伴うショックが低減された車両の駆動装置を提供することである。
- #### 課題を解決するための手段
- [0011] この発明は、要約すると、車両の駆動装置であって、蓄電装置と、蓄電装置の電圧を蓄電装置の電圧以上所定の上限電圧までの範囲の電圧に変換する

ことが可能な電圧コンバータと、電圧コンバータから電源電圧が供給されるインバータと、インバータによって駆動される走行用モータと、電圧コンバータおよびインバータを制御する制御装置とを備える。制御装置は、車両の使用される環境または使用負荷に基づいて電圧コンバータの上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定し、制御装置は、電圧コンバータの上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限する場合には、運転者のアクセルペダル操作に基づく要求トルクに制限をかけてインバータを駆動する。

[0012] 好ましくは、制御装置は、正弦波PWM制御モードと過変調PWM制御モードとを含む複数の制御モードのうちから1つの制御モードを選択してインバータを制御する。制御装置は、制御モードの選択の切替時のトルクショックが低減されるように要求トルクの制限を実行する。

[0013] 好ましくは、制御装置は、大気圧またはモータ温度に関連する温度に基づいて電圧コンバータの上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定する。

[0014] 好ましくは、制御装置は、大気圧に基づいて決定される第1の上限電圧、モータを冷却する冷却水温度に基づいて決定される第2の上限電圧、車両負荷に基づいて決定される第3の上限電圧のうちの最小となる電圧を電圧コンバータの上限電圧として選択する。

[0015] この発明は、他の局面では、車両の駆動方法である。車両は、蓄電装置と、蓄電装置の電圧を蓄電装置の電圧以上所定の上限電圧までの範囲の電圧に変換することが可能な電圧コンバータと、電圧コンバータから電源電圧が供給されるインバータと、インバータによって駆動される走行用モータと、電圧コンバータおよびインバータを制御する制御装置とを含む。駆動方法は、車両の使用される環境または使用負荷に基づいて電圧コンバータの上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定するステップと、電圧コンバータの上限電圧を所定の上限電圧よりもさらに制限する場合には、運転者のアクセルペダル操作に基づく要求トルクに制限をかけてインバータを

駆動するステップとを備える。

発明の効果

- [0016] 本発明によれば、大気圧等の使用環境にともない昇圧電圧を変化させることで、モータ性能の発揮とモータの保護とのバランスを図りつつ、さらにモータの制御モードの切替時のショックが低減され、乗り心地が向上する。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の実施の形態に係る車両の構成を示す回路図である。
[図2]制御装置30の構成の一例を説明するための図である。
[図3]ある昇圧電圧において、モータジェネレータMG1またはMG2の制御モードがどのように決定されているかを示した図である。
[図4]昇圧電圧の変化と制御モードの切替が発生する回転速度の変化を説明するための図である。
[図5]図2のMG-ECU34が実行する電圧コンバータの制御を説明するためのフローチャートである。
[図6]図2のPM-ECU32が実行する電圧コンバータの制御を説明するためのフローチャートである。
[図7]大気圧PAとシステム電圧VHとの関係を示すマップの一例を示した図である。
[図8]冷却水温度TWとシステム電圧VHとの関係を示すマップの一例を示した図である。
[図9]車両走行負荷LDとシステム電圧VHとの関係を示すマップの一例を示した図である。
[図10]図6のステップS2.7におけるモータトルクの制限について説明するための図である。
[図11]制御モードの切替時のトルクの大きさとトルクショックの関係を説明するための波形図である。
[図12]制御モードの切替が発生する際のトルクの大きさについて説明するための図である。

発明を実施するための形態

- [0018] 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。
- [0019] 図1は、本発明の実施の形態に係る車両の構成を示す回路図である。
図1を参照して、車両100は、バッテリーユニット40と、エンジン4と、モータジェネレータMG1、MG2と、動力分割機構3と、車輪2と、制御装置30とを含む。
- [0020] 動力分割機構3は、エンジン4とモータジェネレータMG1、MG2に結合され、これらの中で動力を分配する機構である。たとえば動力分割機構としてはサンギヤ、プラネタリキャリア、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MG1、MG2の各回転軸にそれぞれ接続される。たとえば、モータジェネレータMG1の回転シャフトを中空にし、その中をエンジン4の動力シャフトを貫通させることでモータジェネレータMG2、動力分割機構3、モータジェネレータMG1、エンジン4を直線上に配置することができる。
- [0021] なおモータジェネレータMG2の回転軸は車輪2に図示しない減速ギヤや差動ギヤによって結合されている。また動力分割機構3の内部にモータジェネレータMG2の回転軸に対する減速機をさらに組み込んでもよい。
- [0022] バッテリーユニット40は、高圧バッテリーB1と、高圧バッテリーB1の負極に接続されるシステムメインリレーSMRGと、高圧バッテリーB1の正極に接続されるシステムメインリレーSMRBとを含む。システムメインリレーSMRG、SMRB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] 高圧バッテリーB1としては、ニッケル水素、リチウムイオン等の二次電池や燃料電池などを用いることができる。
- [0024] バッテリーユニット40は、さらに、サービスカバーを開くと高電圧を遮断

するサービスプラグSPと、サービスプラグSPと直列に高圧バッテリーB1に接続されるフューズFと、高圧バッテリーB1の端子間の電圧VBを測定する電圧センサ10と、高圧バッテリーB1に流れる電流IBを検知する電流センサ11とを含む。

[0025] 車両100は、さらに、正極母線PL1と負極母線SL間に接続される平滑コンデンサC1と、平滑コンデンサC1の両端間の電圧VLを検知して制御装置30に対して出力する電圧センサ21と、平滑コンデンサC1の端子間電圧を昇圧する電圧コンバータ12と、電圧コンバータ12によって昇圧された電圧を平滑化する平滑コンデンサC2と、平滑コンデンサC2の端子間電圧（システム電圧VH）を検知して制御装置30に出力する電圧センサ13と、電圧コンバータ12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MG1に出力するインバータ14とを含む。

[0026] 電圧コンバータ12は、一端が正極母線PL1に接続されるリアクトルL1と、正極母線PL2と負極母線SL間に直列に接続されるIGBT素子Q1、Q2と、IGBT素子Q1、Q2にそれぞれ並列に接続されるダイオードD1、D2とを含む。

[0027] リアクトルL1の他方端はIGBT素子Q1のエミッタおよびIGBT素子Q2のコレクタに接続される。ダイオードD1のカソードはIGBT素子Q1のコレクタと接続され、ダイオードD1のアノードはIGBT素子Q1のエミッタと接続される。ダイオードD2のカソードはIGBT素子Q2のコレクタと接続され、ダイオードD2のアノードはIGBT素子Q2のエミッタと接続される。

[0028] インバータ14は、電圧コンバータ12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MG1を駆動する。また、インバータ14は、エンジン4から伝達される機械的動力によってモータジェネレータMG1で発電された電力を電圧コンバータ12に戻す。このとき電圧コンバータ12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、正極母線PL2と負極母線SLとの間に並列に接続される。
- [0030] U相アーム15は、正極母線PL2と負極母線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、正極母線PL2と負極母線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とを含む。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、正極母線PL2と負極母線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とを含む。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] モータジェネレータMG1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MG1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] 車両100は、さらに、電圧コンバータ12に対してインバータ14と並列的に接続されるインバータ22を含む。

[0036] インバータ22は車輪2を駆動するモータジェネレータMG2に対して電圧コンバータ12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MG2において発電された電力を電圧コンバータ12に戻す。このとき電圧コンバータ12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。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。

[0037] レゾルバ26、27は、モータジェネレータMG1、MG2のモータ回転速度MRN1、MRN2をそれぞれ検出し、その検出したモータ回転速度MRN1、MRN2を制御装置30へ送出する。なお、これらレゾルバについては、モータ回転速度を制御装置30にてモータ電圧や電流から直接演算することによって、配置を省略してもよい。

[0038] 車両100は、さらに、ヘッドランプ等の補機類52と、12Vの補機バッテリーB2と、正極母線PL1と補機バッテリーB2および補機類52との間に接続されるDC/DCコンバータ50を含む。

[0039] DC/DCコンバータ50は、制御装置30から与えられる降圧指示PWD2に応じて、正極母線PL2の電圧を降圧して補機バッテリーB2への充電や補機類52への電力供給を行なうことが可能である。また、DC/DCコンバータ50は、制御装置30から与えられる昇圧指示PWU2に応じて、補機バッテリーB2の電圧を昇圧して正極母線PL2に対して供給することも可能である。

- [0040] 制御装置30は、トルク指令値TR1、TR2、モータ回転速度MRN1、MRN2、電圧VB、VL、VH、電流IBの各値、モータ電流値MCRT1、MCRT2および起動信号IGONを受ける。
- [0041] そして制御装置30は、電圧コンバータ12に対して昇圧指示を行なう制御信号PWU1、降圧指示を行なう制御信号PWD1および動作禁止を指示する信号CSDNを出力する。
- [0042] また制御装置30は、DC/DCコンバータ50に対して昇圧指示を行なう制御信号PWU2、降圧指示を行なう制御信号PWD2を出力する。
- [0043] さらに、制御装置30は、インバータ14に対して、電圧コンバータ12の出力である直流電圧をモータジェネレータMG1を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示PWM1と、モータジェネレータMG1で発電された交流電圧を直流電圧に変換して電圧コンバータ12側に戻す回生指示PWMC1とを出力する。
- [0044] 同様に制御装置30は、インバータ22に対して直流電圧をモータジェネレータMG2を駆動するための交流電圧に変換する駆動指示PWM2と、モータジェネレータMG2で発電された交流電圧を直流電圧に変換して電圧コンバータ12側に戻す回生指示PWMC2とを出力する。
- [0045] 図2は、制御装置30の構成の一例を説明するための図である。図2を参照して、制御装置30は、3つのECU(Electronic Control Unit)すなわち、PM-ECU32と、MG-ECU34と、EFI-ECU36とを含んで構成される。なお、制御装置30は、1つのECUであってもよいし、3つ以外の他の数に分割されたECUで実現されてもよい。
- [0046] PM-ECU32は、運転者のアクセルペダル操作に基づくアクセル開度Accとシフトポジションと各種センサの出力とをもとに算出した運転者の出力要求と、電池監視ユニットのセンサから送信される信号VB、IB等に基づいて算出した高圧バッテリーB1の充電状態SOCに基づき、運転状態に応じた合計出力を求め、MG-ECU34とEFI-ECU36の各々に要

求信号を出力する。

[0047] PM-ECU32は、算出した合計出力とエンジン回転速度NEに基づき、必要なエンジントルクを得るために、EFI-ECU36へ目標エンジン回転速度NE*およびパワー要求値PE*を送信する。この信号をもとにEFI-ECU36は、燃料噴射制御、点火時期制御などエンジンの制御を行なう。

[0048] また、PM-ECU32は、運転状態に応じたモータジェネレータMG2による走行や駆動力補助に必要な出力に基づき、MG-ECU34にモータ出力要求(TR2*, MR2*)を送信する。このモータ出力要求と電流値MCR T2とに基づいてMG-ECU34は、モータジェネレータMG2を制御する信号PWM12, PWMC2を出力する。

[0049] また、PM-ECU32は、目標エンジン回転速度NE*と実際のエンジン回転速度NEに基づき、MG-ECU34にモータジェネレータMG1への要求発電量を示す信号(TR1*, MR1*)を送信する。この要求発電量と電流値MCR T1とに基づいてMG-ECU34は、モータジェネレータMG1の発電量を制御する信号PWM11, PWMC1を出力する。

[0050] また、MG-ECU34は、大気圧センサ38の出力する大気圧PAおよび水温センサ39が出力する冷却水温度TWとモータ回転速度MRN1, MRN2を受けてこれらに基づいて電圧コンバータ12を制御する信号PWU1, PWD1, CSDNを出力する。

[0051] さらに、PM-ECU32は、DC/DCコンバータ50の出力要求電圧を算出しMG-ECU34に出力する。MG-ECU34は、これに基づいてDC/DCコンバータ50を制御する信号PWU2, PWD2を出力する。

[0052] なお、PM-ECU32は、運転者によって指定される走行モード（エコノミーモード、パワーモードなど）を示す信号MODEに基づいて、エンジンへの出力要求負荷を変化させている。

[0053] ところで、図1に示すような直流電圧をインバータによって交流電圧に変

換してモータジェネレータMG1, MG2のような交流モータを駆動制御するモータ駆動システムでは、一般的には交流モータを高効率に駆動するためにベクトル制御に基づく正弦波PWM (Pulse Width Modulation) 制御に従ってモータ電流が制御されることが多い。

[0054] しかしながら、正弦波PWM制御モードでは、インバータの出力電圧の基本波成分を十分に高めることができず電圧利用率に限界があるため、回転速度の高い領域で高出力を得ることが難しいという問題点がある。この点を考慮して、正弦波PWM制御モードよりも基本波成分が大きい電圧を出力可能な変調方式の採用が提案されている。

[0055] たとえば、高回転域での出力向上のために矩形波電圧を交流モータに印加して、この交流モータを回転駆動する制御構成（以下、「矩形波電圧制御モード」とも称する）において、トルク指令値と実際のトルクとの偏差に基づいてこの矩形波電圧の位相を制御することによって交流電動機のトルク制御を行なうことが提案されている。

[0056] また、上記矩形波電圧制御モードと正弦波PWM制御モードの中間的な電圧波形を利用する「過変調PWM制御モード」をさらに採用することも提案されている。本実施の形態における車両駆動装置では、正弦波PWM制御、過変調PWM制御および矩形波電圧制御の3制御モードを、変調率によって適切に切換えて使用する。

[0057] 正弦波PWM制御モードは、一般的なPWM制御として用いられるものであり、各相アームにおけるスイッチング素子のオン／オフを、正弦波状の電圧指令値と搬送波（代表的には三角波）との電圧比較に従って制御する。この結果、上アーム素子のオン期間に対応するハイレベル期間と、下アーム素子のオン期間に対応するローレベル期間との集合について、一定期間内でその基本波成分が正弦波となるようにデューティ比が制御される。周知のように、正弦波PWM制御モードでは、インバータ直流入力電圧に対するこの基本波成分の実効値の比率（変調率）を0.61倍までしか高めることができない。

- [0058] 一方、矩形波電圧制御モードでは、上記一定期間内で、ハイレベル期間およびローレベル期間の比が1:1の矩形波1パルス分を交流モータに印加する。これにより、変調率は0.78まで高められる。
- [0059] 過変調PWM制御モードは、搬送波の振幅を縮小するように歪ませた上で上記正弦波PWM制御モードと同様のPWM制御を行なうものである。この結果、基本波成分を歪ませることができ、変調率を0.61~0.78の範囲まで高めることができる。
- [0060] 交流モータでは、回転速度や出力トルクが増加すると誘起電圧が高くなり、その必要電圧が高くなる。電圧コンバータ12による昇圧電圧すなわち、システム電圧V_Hは、このモータ必要電圧（誘起電圧）よりも高く設定する必要がある。その一方で、電圧コンバータ12による昇圧電圧すなわち、システム電圧V_Hには限界値（V_H最大電圧）が存在する。
- [0061] したがって、モータ必要電圧（誘起電圧）がシステム電圧V_Hの最大値（V_H最大電圧）より低い領域では、正弦波PWM制御モードまたは過変調PWM制御モードによる最大トルク制御が適用されて、ベクトル制御に従ったモータ電流制御によって出力トルクがトルク指令値に制御される。
- [0062] その一方で、モータ必要電圧（誘起電圧）がシステム電圧V_Hの最大値（V_H最大電圧）に達すると、システム電圧V_Hを維持した上で弱め界磁制御に従った矩形波電圧制御モードが適用される。矩形波電圧制御モードでは、基本波成分の振幅が固定されるため、電力演算あるいはベクトル制御で用いるd-q軸電流値によって求められるトルク実績値とトルク指令値との偏差に基づく、矩形波パルスの電圧位相制御によってトルク制御が実行される。
- [0063] 図3は、ある昇圧電圧において、モータジェネレータMG1またはMG2の制御モードがどのように決定されているかを示した図である。
- [0064] 図3に示されるように、低回転速度域A1ではトルク変動を小さくするために正弦波PWM制御モードが用いられ、中回転速度域A2では過変調PWM制御モードが適用され、高回転速度域A3では矩形波電圧制御モードが適用される。特に、過変調PWM制御モードおよび矩形波電圧制御モードの適

用により、中回転および高回転域における交流モータの出力向上が実現される。このように、制御モードのいずれを用いるかについては、実現可能な変調率の範囲内で決定される。

[0065] 図3の平面上において、トルクまたは回転速度が変化したときにそれに対応する動作点が領域A1、A2、A3の境界を超える場合には、制御モードの切替が発生する。

[0066] 図4は、昇圧電圧の変化と制御モードの切替が発生する回転速度の変化を説明するための図である。

[0067] 図4を参照して、システム電圧VHが制限されていない状態（ $VH = V2$ ）トルクTQ1が要求されている場合には、回転速度N2となる点P2において正弦波PWMモードと過変調PWMモードとの間で制御モード切替が発生する。

[0068] これに対して、システム電圧VHが制限されている状態（ $VH = V1$ 、但し $V1 < V2$ ）の場合には、同じトルクTQ1が要求されている場合には、回転速度N1となる点P1において正弦波PWMモードと過変調PWMモードとの間で制御モード切替が発生する。

[0069] つまり、大気圧や温度に応じて部品保護のためにシステム電圧VHを制限しなければならない場合には、低回転速度でモータの制御モードを切替える必要がある。

[0070] 低回転速度N1ではモータの制御性が低下しているので、高回転速度N2で制御モードを切替えるよりもトルクショックが大きくなってしまう。

[0071] そこで、本実施の形態では、PM-ECU32は、システム電圧VHを制限しなければならない場合にモータトルク要求値が所定値よりも大きくなったときにモータトルクを制限することによって、トルクショックを軽減させる。以下に、MG-ECU34とPM-ECU32の制御を順に説明することによって、トルクショックの軽減について説明する。

[0072] 図5は、図2のMG-ECU34が実行する電圧コンバータの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、一定時間

ごとまたは所定の条件が成立することに所定のメインルーチンから呼び出されて実行される。

[0073] 図1、図2および図5を参照して、まず処理が開始されると、ステップS1において、MG-ECU34は、モータジェネレータMG1の回転速度MRN1*と、モータジェネレータMG1のトルク指令値TR1*とを取得する。

[0074] そしてステップS2において、MG-ECU34は、予め定められた電圧指令マップを回転速度MRN1*およびトルクTR1*で検索して昇圧電圧候補VH1を決定する。

[0075] 続いてステップS3において、MG-ECU34は、モータジェネレータMG2の回転速度MRN2*と、モータジェネレータMG2のトルク指令値TR2*とを取得する。

[0076] そしてステップS4において、MG-ECU34は、所定の電圧指令マップを回転速度MRN2*とトルク指令値TR2*で検索して、昇圧電圧候補VH2を決定する。

[0077] そしてステップS5において、MG-ECU34は、昇圧電圧候補VH1、VH2のうちの高い方を選択してシステム電圧VHの指令値の最終候補を決定する。

[0078] さらにステップS6においてMG-ECU34は、システム電圧VHの指令値の最終候補値がPM-ECU32に指定された昇圧電圧上限値VHGを超えているときには上限値VHGでガードを行なう。

[0079] そしてステップS7において、MG-ECU34は、変調率に基づいてモータジェネレータMG1の制御モードを決定する。またステップS8において、MG-ECU34は、同様に変調率に基づいてモータジェネレータMG2の制御モードを決定する。この変調率は、図3の平面において動作点が移動することに対応して変化する。

[0080] ステップS1～S6において昇圧電圧の目標値が決定され、ステップS7、ステップS8で制御モードが決定されると、ステップS9においてMG-

ECU34は、目標とするシステム電圧VHを発生するように、MG-ECU34は電圧コンバータ12を制御して昇圧を実行する。

[0081] その後ステップS10において制御はメインルーチンに移される。

図6は、図2のPM-ECU32が実行する電圧コンバータの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、一定時間ごとまたは所定の条件が成立するごとに所定のメインルーチンから呼び出されて実行される。

[0082] 図2、図6を参照して、まず処理が開始されるとステップS21において、PM-ECU32は、大気圧PAに基づいて、電圧コンバータ12のシステム電圧VHの上限値VHPを決定する。

[0083] 図7は、大気圧PAとシステム電圧VHとの関係を示すマップの一例を示した図である。たとえば図7のようなマップを参照してPM-ECU32は大気圧センサ38で計測された大気圧PAに対応する上限値VHPを決定する。大気圧が低いと放電しやすくなるため、システム電圧VHも低く設定する。また大気圧が所定値以上に高くなると、上限値は他の要因で決定されるため上限値VHPは一定値となる。

[0084] 再び図6を参照して、ステップS21の後のステップS22において、PM-ECU32は、冷却水温度TWに基づいて、電圧コンバータ12の出力するシステム電圧VHの上限値VHTを決定する。

[0085] 図8は、冷却水温度TWとシステム電圧VHとの関係を示すマップの一例を示した図である。たとえば図8のようなマップを参照して、PM-ECU32は水温センサ39で計測された冷却水温度TWに対応する上限値VHTを決定する。冷却水温度が低い場合にはモータの温度も低い。モータの温度が低ければシステム電圧VHも低く設定する。また冷却水温度が所定値以上に高くなると、上限値は他の要因で決定されるため上限値VHTは一定値となる。

[0086] 再び図6を参照して、ステップS22の後のステップS23において、PM-ECU32は、車両走行負荷LDに基づいて、電圧コンバータ12の出

力するシステム電圧 V_H の上限値 V_{HL} を決定する。

[0087] 図9は、車両走行負荷 L_D とシステム電圧 V_H との関係を示すマップの一例を示した図である。たとえば図9のようなマップを参照してPM-ECU 32は車両走行負荷 L_D に対応する上限値 V_{HL} を決定する。車両走行負荷 L_D は、たとえば、低燃費走行が重視されるエコノミー走行モードでは低く設定され、車両の加速性能が重視されるパワー走行モードでは高く設定される。このような走行モードは、運転者がエコモードスイッチのようなスイッチで選択してもよいし、また市街地走行のような場合には軽負荷に設定し、山道走行のような場合には高負荷を許容するように車両の制御装置自体が選択してもよい。

[0088] 軽負荷走行では、電圧コンバータ12のスイッチング損失を減らすため電圧コンバータ12は上アーム（図1のIGBT素子Q1）をオン状態に固定し、下アーム（図1のIGBT素子Q2）をオフ状態に固定するような非昇圧走行動作を行なう。

[0089] 再び図6を参照して、ステップS23の後のステップS24において、PM-ECU 32は、システム電圧 V_H の上限値を、ステップS21、S22、S23で算出した上限値 V_{HP} 、 V_{HT} 、 V_{HL} のうちの最小値に決定する。そして、ステップS25では、PM-ECU 32は、ステップS24で決定したシステム電圧 V_H の上限値が標準的な上限値より低い、すなわちモータ部品保護のためにシステム電圧 V_H の上限値が通常よりも低く設定されているかを判断する。

[0090] ステップS25においてシステム電圧 V_H の上限値が標準的な上限値より低いと判断された場合には、ステップS26に処理が進み、そのように判断されなかった場合にはステップS28に処理が進む。

[0091] ステップS26では、その時のアクセルペダルの操作等に基づいて決定されるモータトルク要求値が所定値よりも大きいか否かが判断される。そしてステップS26においてモータトルク要求値が所定値よりも大きいと判断された場合にはステップS27に処理が進み、そのように判断されなかった場

合にはステップS28に処理が進む。

[0092] ステップS27では、PM-ECU32は、モータトルクを制限する。たとえばモータジェネレータMG2のトルクを制限する代わりに、エンジンにその分のトルクを余分に出力させる。一方、ステップS28では、モータトルクを通常通りに要求することにし、特に制限しない。

[0093] 図10は、図6のステップS27におけるモータトルクの制限について説明するための図である。図6のステップS27では、図10に示すような予め設定されたマップや数式等によって、そのときのシステム電圧VHに対応してトルクTQが決定される。そしてステップS26のモータトルク要求値が図10の關係に基づいて決定されたトルクTQを超えていればトルクTQにモータトルク要求値が制限される。

[0094] ステップS27またはステップS28の処理が終了すると、ステップS29に処理が進み制御はメインルーチンに戻される。

[0095] 図11は、制御モードの切替時のトルクの大きさとトルクショックの關係を説明するための波形図である。

[0096] 図12は、制御モードの切替が発生する際のトルクの大きさについて説明するための図である。

[0097] 図11を参照して、時刻t1において過変調PWMモードから正弦波PWMモードへの制御モードの切替が発生したとする（または正弦波PWMモードから過変調PWMモードへの制御モードの切替が発生したとする）。

[0098] 切替発生時のトルクがトルクTQ1であれば切替に伴い発生するトルク変動は $\Delta TQ1$ となる。しかし、トルクがトルクTQ2に下がると、トルク変動は $\Delta TQ2$ となり、トルクTQ1の場合のトルク変動 $\Delta TQ1$ よりも小さくなる。

[0099] 図12の領域A4、A5の領域では制御モード切替時のトルク変動が大きく乗員に違和感を与える。しかし、トルクを小さくして領域A4、A5よりトルクがゼロに近づいた場合には乗員が違和感を覚えなくなる。この境界値がステップS26の判定しきい値である所定値に相当する。

- [0100] したがって、力行時、図6のステップS26においてモータトルク要求値の大きさが所定値よりも大きいと判断された場合には、たとえばモータトルク要求値が図12のTQ1であった場合にはステップS27において図12のTQ2にモータトルクが制限され、トルクショックが軽減される。
- [0101] また、回生時、図6のステップS26においてモータトルク要求値の大きさが所定値よりも大きいと判断された場合には、たとえばモータトルク要求値が図12の-TQ1であった場合にはステップS27において図12の-TQ2にモータトルクが制限され、トルクショックが軽減される。
- [0102] 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請求の範囲によって示され、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。

符号の説明

- [0103] 2 車輪、3 動力分割機構、4 エンジン、10、13、21 電圧センサ、11、24 電流センサ、12 電圧コンバータ、14、22 インバータ、26、27 レゾルバ、30 制御装置、38 大気圧センサ、39 水温センサ、40 バッテリユニット、50 DC/DCコンバータ、52 補機類、100 車両、B1 高圧バッテリー、B2 補機バッテリー、C1、C2 平滑コンデンサ、D1～D8 ダイオード、F フューズ、L1 リアクトル、MG1、MG2 モータジェネレータ、MRN1、MRN2、N1、N2 回転速度、PL1、PL2 正極母線、Q1～Q8 素子、SL 負極母線、SMRB、SMRG システムメインリレー、SP サービスプラグ。

請求の範囲

[請求項1]

蓄電装置（B1）と、

前記蓄電装置（B1）の電圧を前記蓄電装置（B1）の電圧以上所定の上限電圧までの範囲の電圧に変換することが可能な電圧コンバータ（12）と、

前記電圧コンバータ（12）から電源電圧が供給されるインバータ（22）と、

前記インバータ（22）によって駆動される走行用モータ（MG2）と、

前記電圧コンバータ（12）および前記インバータ（22）を制御する制御装置（30）とを備え、

前記制御装置（30）は、車両の使用される環境または使用負荷に基づいて前記電圧コンバータ（12）の上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定し、

前記制御装置（30）は、前記電圧コンバータ（12）の上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限する場合には、運転者のアクセルペダル操作に基づく要求トルクに制限をかけて前記インバータ（22）を駆動する、車両の駆動装置。

[請求項2]

前記制御装置（30）は、正弦波PWM制御モードと過変調PWM制御モードとを含む複数の制御モードのうちから1つの制御モードを選択して前記インバータを制御し、

前記制御装置（30）は、前記制御モードの選択の切替時のトルクショックが低減されるように前記要求トルクの制限を実行する、請求項1に記載の車両の駆動装置。

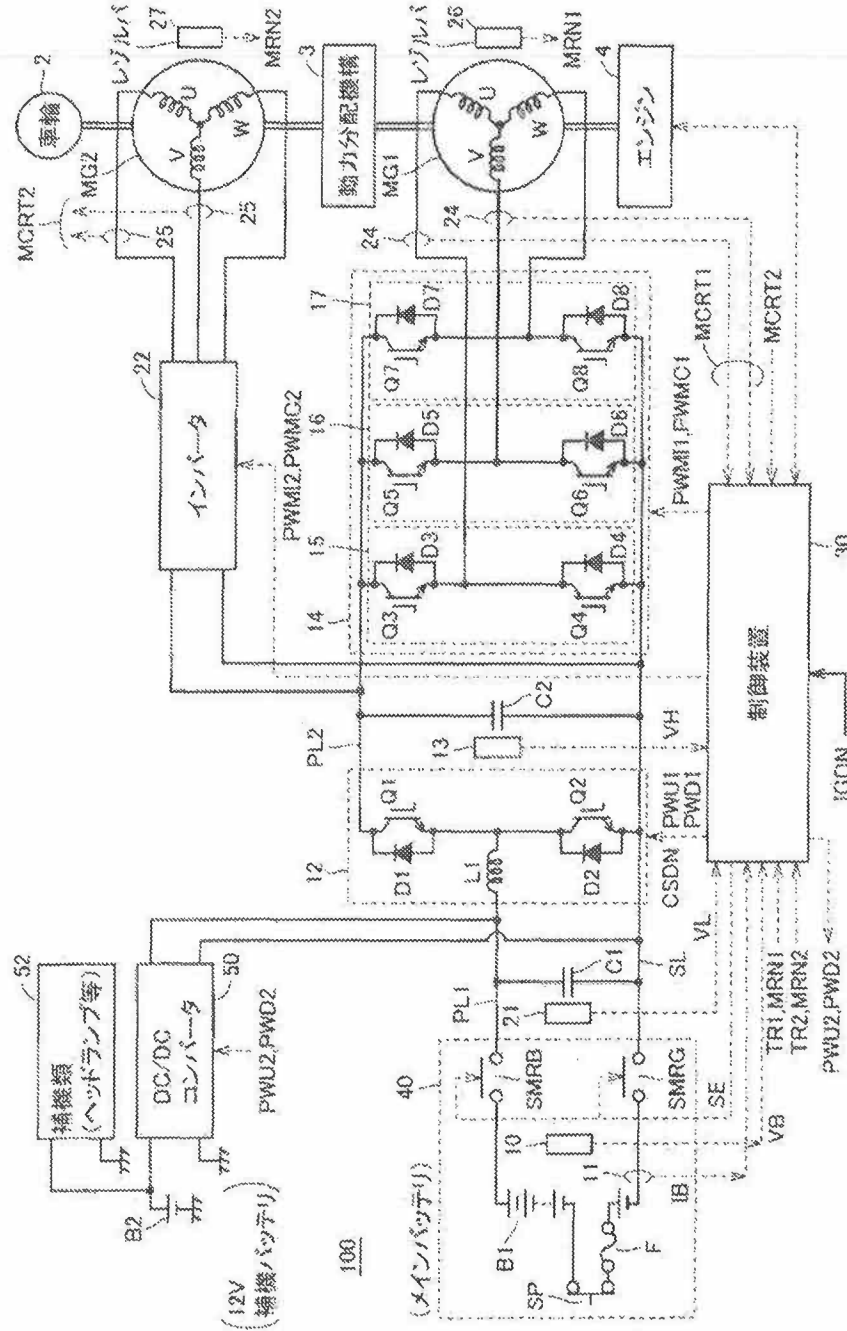
[請求項3]

前記制御装置（30）は、大気圧またはモータ温度に関連する温度に基づいて前記電圧コンバータの上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定する、請求項1に記載の車両の駆動装置。

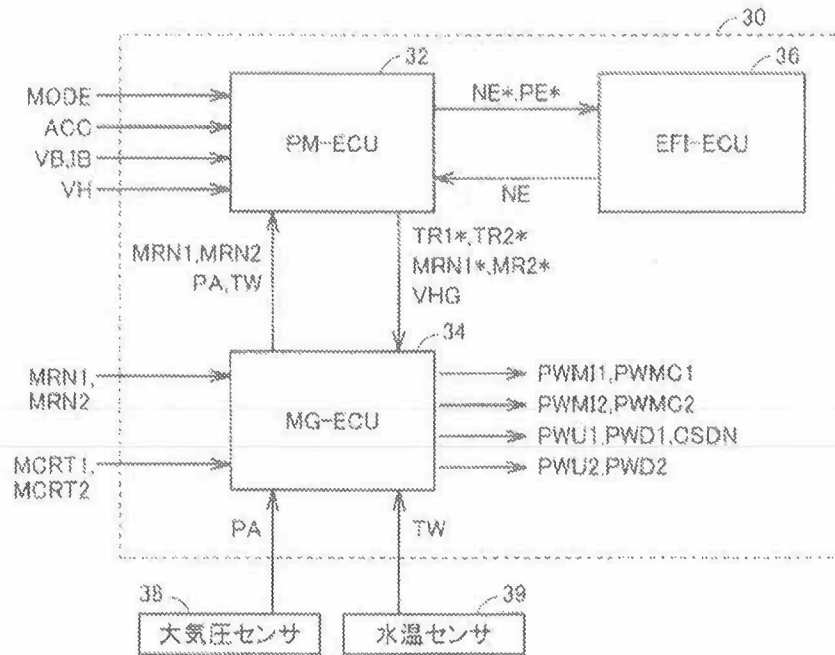
[請求項4] 前記制御装置（30）は、大気圧に基づいて決定される第1の上限電圧、モータを冷却する冷却水温度に基づいて決定される第2の上限電圧、車両負荷に基づいて決定される第3の上限電圧のうちの最小となる電圧を前記電圧コンバータの上限電圧として選択する、請求項1に記載の車両の駆動装置。

[請求項5] 車両の駆動方法であって、
前記車両は、
蓄電装置と、
前記蓄電装置の電圧を前記蓄電装置の電圧以上所定の上限電圧までの範囲の電圧に変換することが可能な電圧コンバータ（12）と、
前記電圧コンバータ（12）から電源電圧が供給されるインバータ（22）と、
前記インバータ（22）によって駆動される走行用モータと、
前記電圧コンバータ（12）および前記インバータを制御する制御装置（30）とを含み、
前記駆動方法は、
車両の使用される環境または使用負荷に基づいて前記電圧コンバータ（12）の上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定するステップと、
前記電圧コンバータ（12）の上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限する場合には、運転者のアクセルペダル操作に基づく要求トルクに制限をかけて前記インバータ（22）を駆動するステップとを備える、車両の駆動方法。

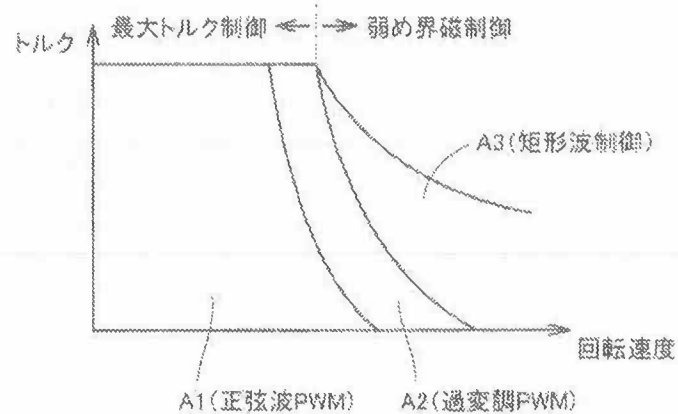
[図1]



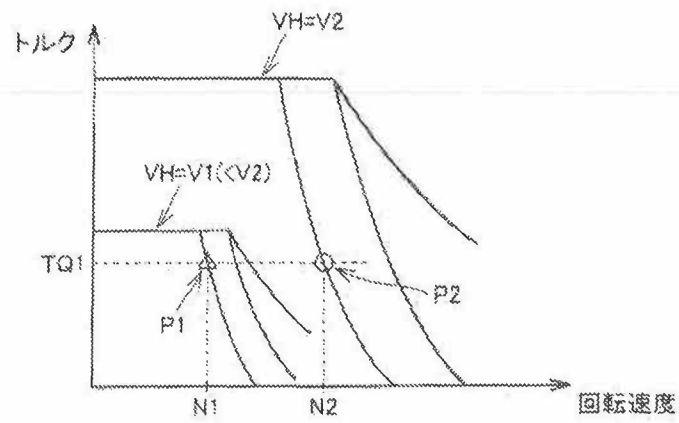
[図2]



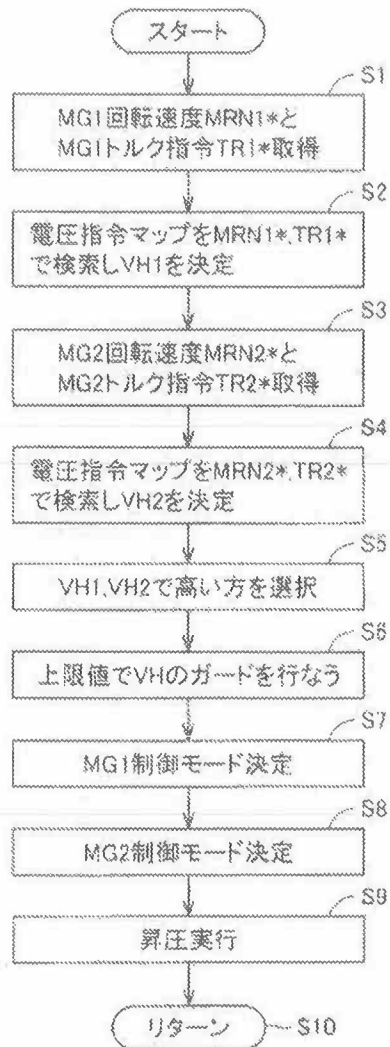
[図3]



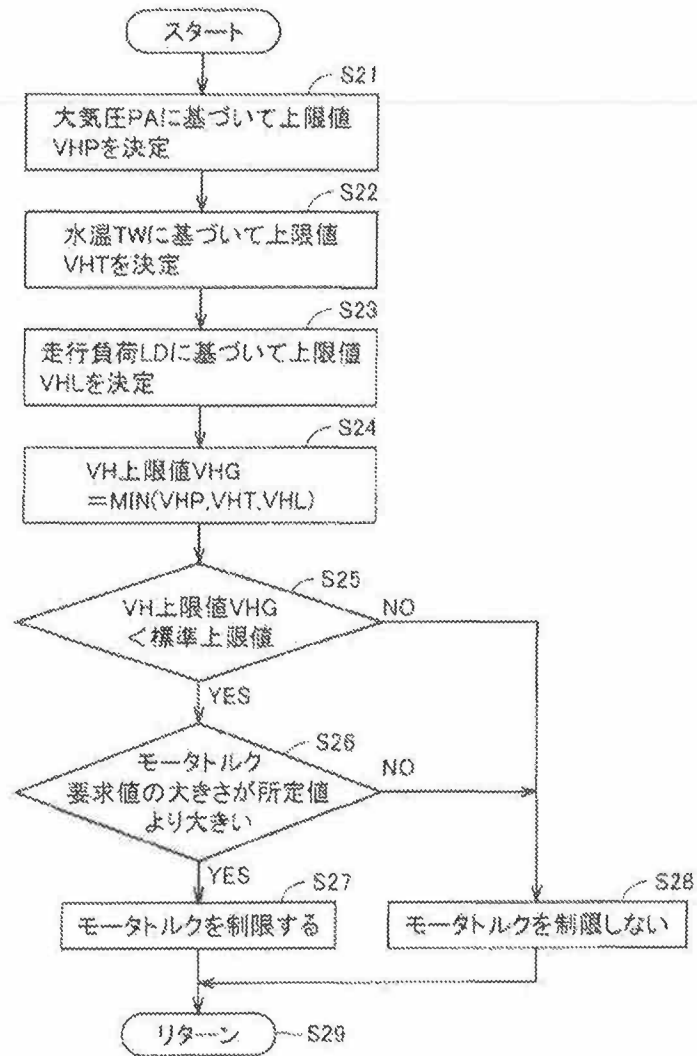
[図4]



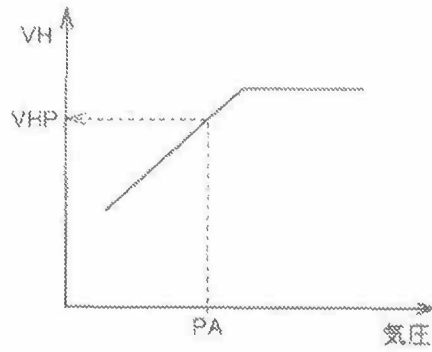
[図5]



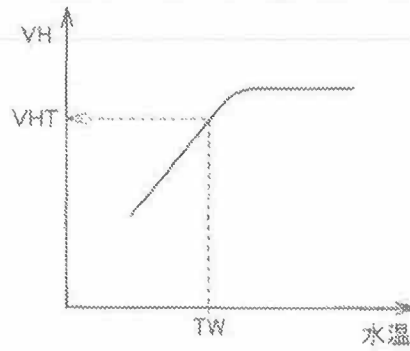
[図6]



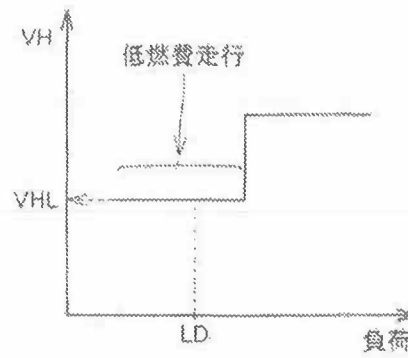
[図7]



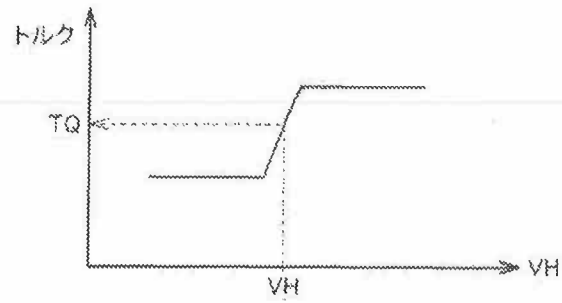
[図8]



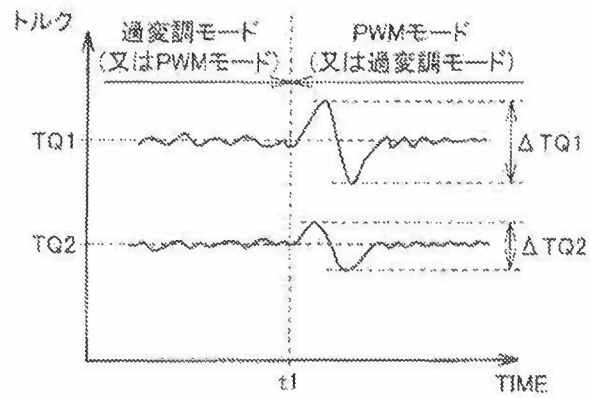
[図9]



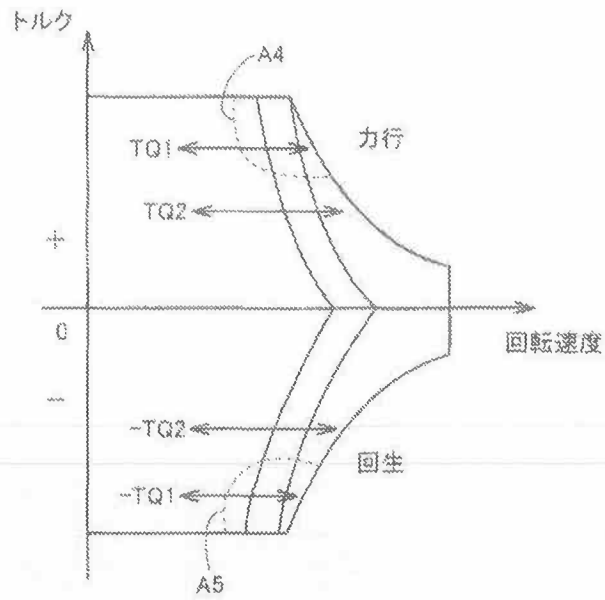
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066064

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L9/18(2006.01)1, H02P21/00(2006.01)1, H02P27/04(2006.01)1

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L1/00-3/12, B60L7/00-13/00, B60L15/00-15/42, B60K6/20-6/547, B60W10/00-10/30, B60W20/00, H02P21/00, H02P27/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2008-301598 A (Toyota Motor Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), paragraphs [0024] to [0060] & US 2010/0052588 A1 & WO 2008/146762 A1	1, 5 3-4 2
Y A	JP 2010-239791 A (Toyota Motor Corp.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0011] to [0016]; fig. 1, 2 (Family: none)	3-4 2
A	JP 2009-278833 A (Toyota Motor Corp.), 26 November 2009 (26.11.2009), paragraphs [0019] to [0020] (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention.
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone.
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date.	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified).	"K" document member of the same patent family.
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means.	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed.	

Date of the actual completion of the international search
30 August, 2011 (30.08.11)Date of mailing of the international search report
13 September, 2011 (13.09.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

International application No.

[illegible]

Petitioner EX1007
Toyota v. Bunker Hill IPR2026-00250
Page 642 of 798

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066064

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (2)) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066064

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1: JP 2008-301598 A (Toyota Motor Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), [0024] - [0060] & US 2010/0052588 A1 & WO 2008/146762 A1

Document 1 discloses a vehicle comprising an electric storage device, a converter, an inverter and a drive motor, wherein it is determined, on the basis of the operation of an eco-switch, whether or not the boosted voltage of the converter is restricted, and wherein an output torque is also restricted if the boosted voltage of the converter is restricted (as referred to "Step 116"). Here, said document is admitted to have disclosed that it is determined whether or not the boosted voltage of the converter is restricted on the basis of a usage load, since the usage load of the vehicle is set low when the eco-switch is operated. According to the disclosure of document 1 [fig. 6] and [fig. 8], moreover, when the output torque is restricted at Step 116, a request torque is restricted to $T(O)$ or $T(ECO)$ even if the request torque is higher than $T(O)$ or $T(ECO)$. Thus, document 1 is admitted to disclose that the request torque is restricted to control the inverter, if the boosted voltage of the converter is restricted.

Thus, the invention of claims 1 and 5 is not admitted to involve any novelty and any special technical feature over the invention disclosed in document 1. Hence, the claims are admitted to involve three inventions having the following special technical features. Here, the invention of claims 1 and 5 involving no special technical feature is sorted into invention 1.

(Invention 1) Invention of claims 1 - 2, and 5

"A vehicle drive device comprising: an electric storage device; a voltage converter capable of converting the voltage of said electric storage device into a voltage within a range from the voltage of said electric storage device to a predetermined maximum voltage; an inverter adapted to be fed with a power supply voltage from said voltage converter; a drive motor adapted to be driven by said inverter; and a control device for controlling said voltage converter and said inverter, wherein said control device determines it on the basis of the usage environment or the usage load of the vehicle whether or not the maximum voltage of said voltage converter is restricted more than said predetermined maximum voltage, and wherein, if the maximum voltage of said voltage converter is restricted more than said predetermined maximum voltage, said control device drives said inverter in a manner to restrict a request torque based on the accelerator pedal operation of a driver" (as will be called the "constitution A"), "wherein said control device controls said inverter by selecting one control mode from a plurality of control modes containing a sinusoidal PWM control mode and an over-modulation PWM control mode, and wherein said control device executes the restriction of said request torque so that the torque shock at the switching time of the selection of said control mode may decrease".

(Invention 2) Invention of claim 3

"A vehicle drive device having the "constitution A", wherein said control device determines it on the basis of a temperature relating to an atmospheric pressure or a motor temperature whether or not the maximum voltage of said voltage converter is restricted more than said predetermined maximum voltage". (continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066064

(Invention 3) Invention of claim 4

"A vehicle drive device having the "constitution A", wherein said control device selects the lowest voltage as the maximum voltage of said voltage converter, from a first maximum voltage determined on the basis of the atmospheric pressure, a second maximum voltage determined on the basis of a cooling water temperature for cooling the motor, and a third maximum voltage determined on the basis of a vehicle load".

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B60L1/18(2006.01), B02P21/00(2006.01), B02P27/04(2006.01)										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B60L1/00-3/12, B60L1/00-13/00, B60L15/00-15/42, B60K6/20-6/547, B60F10/00-10/30, B60W20/00, B02P21/00, B02P27/04										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2011年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2011年	日本国実用新案登録公報	1996-2011年	日本国登録実用新案公報	1994-2011年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2011年									
日本国実用新案登録公報	1996-2011年									
日本国登録実用新案公報	1994-2011年									
国際調査で利用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
X Y A	JP 2008-301598 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.12.11, 【0024】 - 【0060】 & US 2010/0052588 A1 & WO 2008/146762 A1	1, 5 3-4 2								
Y A	JP 2010-239791 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.10.21, 【0011】 - 【0016】、【図1】、【図2】 (ファミリーなし)	3-4 2								
A	JP 2009-278833 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.11.26, 【0019】 - 【0020】 (ファミリーなし)	1-5								
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に拠る発明を提起する文献又は他の文献の発行日よりしくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、開示等に及ぼす文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願										
の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 30.08.2011	国際調査報告の発注日 13.09.2011									
国際調査機関の名称及び/又は 日本国特許庁 (ISA/JPI) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 菊池 敦子 電話番号 03-3581-1101 内線 3316	GH 4413								

C (続き)、 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-200541 A (トヨタ自動車株式会社) 2010.09.09, 全文、全 図 (ファミリーなし)	1-5

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2009年7月)

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第2項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を請求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみにについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

様式PCT/ISA/210 (第1ページの続き (2)) (2009年7月)

文献1：JP 2008-301598 A（トヨタ自動車株式会社）2008.12.11、
【0024】～【0060】 & US 2010/0052588 A1 & WO 2008/146762 A1

文献1には、蓄電装置、コンバータ、インバータ及び走行用モータを備える車両において、エコスイッチの操作に基づいてコンバータの昇圧電圧を制限するか否かを決定し、コンバータの昇圧電圧を制限する場合に出力トルクも制限する（「ステップ116」参照）点が記載されている。ここで、エコスイッチが操作されると車両の使用負荷は低く設定されるから、当該文献には、使用負荷に基づいてコンバータの昇圧電圧を制限するか否かを決定する点が記載されていると認める。また、文献1【図6】【図8】の記載によれば、ステップ116において出力トルクを制限しているときには、要求トルクが $T(0)$ 又は $T(ECO)$ よりも大きな場合であっても当該要求トルクは $T(0)$ 又は $T(ECO)$ に制限されることになる。よって、文献1には、コンバータの昇圧電圧を制限する場合に要求トルクに制限をかけてインバータを制御する点が記載されていると認める。

したがって、請求項1、5に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。したがって、請求の範囲には、以下の特別な技術的特徴を有する3の発明が含まれる。なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1、5に係る発明は、発明1に区分する。

（発明1）請求項1～2、5に係る発明

「蓄電装置と、前記蓄電装置の電圧を前記蓄電装置の電圧以上所定の上限電圧までの範囲の電圧に変換することが可能な電圧コンバータと、前記電圧コンバータから電源電圧が供給されるインバータと、前記インバータによって駆動される走行用モータと、前記電圧コンバータおよび前記インバータを制御する制御装置とを備え、前記制御装置は、車両の使用される環境または使用負荷に基づいて前記電圧コンバータの上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定し、前記制御装置は、前記電圧コンバータの上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限する場合には、運転者のアクセルペダル操作に基づく要求トルクに制限をかけて前記インバータを駆動する、車両の駆動装置」であって（以下、「構成A」という）、前記制御装置は、正弦波PWM制御モードと過変調PWM制御モードとを含む複数の制御モードのうちから1つの制御モードを選択して前記インバータを制御し、前記制御装置は、前記制御モードの選択の切替時のトルクショックが低減されるように前記要求トルクの制限を実行する、車両の駆動装置」

（発明2）請求項3に係る発明

「構成A」、前記制御装置は、大気圧またはモータ温度に関連する温度に基づいて前記電圧コンバータの上限電圧を前記所定の上限電圧よりもさらに制限するか否かを決定する、車両の駆動装置」

（発明3）請求項4に係る発明

「構成A」、前記制御装置は、大気圧に基づいて決定される第1の上限電圧、モータを冷却する冷却水温度に基づいて決定される第2の上限電圧、車両負荷に基づいて決定される第3の上限電圧のうちの最小となる電圧を前記電圧コンバータの上限電圧として選択する、車両の駆動装置」

Electronic Patent Application Fee Transmittal				
Application Number:		15799045		
Filing Date:		31-Oct-2017		
Title of Invention:		VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		
First Named Inventor/Applicant Name:		Robert Dean King		
Filer:		Craig Michael Drachtman/Colleen Mmaroney		
Attorney Docket Number:		273252-8		
Filed as Large Entity				
Filing Fees for Utility under 35 USC 111(a)				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
Pages:				
Claims:				
Miscellaneous-Filing:				
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Miscellaneous:				
SUBMISSION- INFORMATION DISCLOSURE STMT	1806	1	240	240
Total in USD (\$)				240

Electronic Acknowledgement Receipt	
EFS ID:	33998079
Application Number:	15799045
International Application Number:	
Confirmation Number:	9433
Title of Invention:	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME
First Named Inventor/Applicant Name:	Robert Dean King
Customer Number:	131278
Filer:	Craig Michael Drachtman/Colleen Mmaroney
Filer Authorized By:	Craig Michael Drachtman
Attorney Docket Number:	273252-8
Receipt Date:	12-OCT-2018
Filing Date:	31-OCT-2017
Time Stamp:	15:47:47
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	DA
Payment was successfully received in RAM	\$ 240
RAM confirmation Number	101518INTEFSW00002730090470
Deposit Account	090470
Authorized User	Colleen Maroney
The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows: 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_Response.pdf	125812	yes	12
			1f9a8f120dbbd3a7b4b79c2a468bb7f3ca308f		
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start		End
	Amendment/Req. Reconsideration-After Non-Final Reject		1		1
	Claims		2		7
	Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment		8		12
Warnings:					
Information:					
2	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	273252_8_IDS.pdf	1035966	no	5
			430bd06a127897c83f6e0a12e0b982e90ac1063		
Warnings:					
Information:					
3	Foreign Reference	273252_8_JP2004260904A.pdf	21938194	no	35
			b70538816d25d4f74c9c94a47a71a792981c74		
Warnings:					
Information:					
4	Foreign Reference	273252_8_JP2008312382.pdf	15001705	no	22
			7d076cedc9e9e747715bf40e5d9c8639c14ef791		
Warnings:					
Information:					
5	Foreign Reference	273252_8_KR20130063893.pdf	9702660	no	14
			8c9d84868196d79ab34ed0fede9cae9ac9f18c5d		

Warnings:					
Information:					
6	Foreign Reference	273252_8_WO2013008328.pdf	5051555 3fe119dffc2d2d61a833c68d5aad36f0bab93655	no	38
Warnings:					
Information:					
7	Non Patent Literature	273252_8_NPL1.pdf	137877 cd6555e5001af220182708a1f7386e37019802d94	no	6
Warnings:					
Information:					
8	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	30782 74ab67d3a7e7088a9f411298aabb6cd83c08cd5e57	no	2
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			53024551		
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. <u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> 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. <u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> 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. <u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> 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.					

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD Substitute for Form PTO-875				Application or Docket Number 15/799,045		Filing Date 10/31/2017		☐ To be Mailed		
ENTITY: ☒ LARGE ☐ SMALL ☐ MICRO										
APPLICATION AS FILED - PART I										
		(Column 1)			(Column 2)					
FOR		NUMBER FILED	NUMBER EXTRA		RATE (\$)	FEE (\$)				
☐ BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))		N/A	N/A		N/A					
☐ SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (l), or (m))		N/A	N/A		N/A					
☐ EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))		N/A	N/A		N/A					
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))		minus 20 =	*		x \$80 =					
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))		minus 3 =	*		x \$420 =					
☐ 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).								
☐ 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					
APPLICATION AS AMENDED - PART II										
		(Column 1)			(Column 2)	(Column 3)				
AMENDMENT	10/12/2018	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT			HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA		RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)	
	Total (37 CFR 1.16(i))	* 20	Minus	** 22		= 0		x \$100 =	0	
	Independent (37 CFR 1.16(j))	* 4	Minus	*** 4		= 0		x \$460 =	0	
	☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))									
	☐ FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))									
								TOTAL ADD'L FEE		0
AMENDMENT			(Column 1)			(Column 2)	(Column 3)			
			CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT			HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA		RATE (\$)	ADDITIONAL FEE (\$)
			Total (37 CFR 1.16(i))	*	Minus	**		=		x \$0 =
			Independent (37 CFR 1.16(j))	*	Minus	***		=		x \$0 =
			☐ Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))							
		☐ 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".								juliet mcmillan		
*** 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.



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	07/16/2018	EXAMINER	
GE GLOBAL PATENT OPERATION GE VENTURES-LICENSING (ME 131278) 901 MAIN AVENUE NORWALK, CT 06851			GLASS, ERICK DAVID	
			ART UNIT	PAPER NUMBER
			2837	
			NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
			07/16/2018	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@mcaghercmanucl.com

Office Action Summary	Application No. 15/799,045	Applicant(s) KING ET AL.	
	Examiner ERICK GLASS	Art Unit 2837	AIA (First Inventor to File) Status 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 4/11/18.

☐ 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) 1,2,5-15 and 17-22 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) 1,2,6-15 and 17-22 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 or send an inquiry to PPHfeedback@uspto.gov.

Application Papers

10) ☐ The specification is objected to by the Examiner.

11) ☒ The drawing(s) filed on 10/31/17 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 10/31/17, 4/11/18.

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 § 102

The following is a quotation of the appropriate paragraphs of 35 U.S.C. 102 that form the basis for the rejections under this section made in this Office action:

A person shall be entitled to a patent unless –

(a)(1) the claimed invention was patented, described in a printed publication, or in public use, on sale or otherwise available to the public before the effective filing date of the claimed invention.

Claim(s) 1-2, 6-15, and 17-22 are rejected under 35 U.S.C. 102(a1) as being taught by Bender et al (PGPUB 2006/0250902).

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);
- 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 transmission device.

With respect to claim 2, Bender teaches wherein the energy storage system comprises a battery (7).

With respect to claim 6, Bender teaches further comprising a gear (9) assembly coupled to the transmission device.

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 second 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 second traction motor is provided to the first traction motor.

With respect to claim 12, Bender teaches wherein the control system is further configured to operate the first 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 first 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;

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 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 transmission device.

With respect to claim 15, Bender teaches wherein the energy storage system comprises a battery (7).

With respect to claim 17, Bender teaches further comprising a gear (9) assembly coupled to the transmission device.

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 second 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 second traction drive system is provided to the first 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;

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.

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.

Claim 5 is objected to as being dependent upon a rejected base claim, but would be allowable if rewritten in independent form including all of the limitations of the base claim and any intervening claims.

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.

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/

Application/Control Number: 15/799,045

Page 9

Art Unit: 2837

Primary Examiner, Art Unit 2837

Notice of References Cited	Application/Control No. 15/799,045	Applicant(s)/Patent Under Reexamination KING ET AL.	
	Examiner ERICK GLASS	Art Unit 2837	Page 1 of 1

U.S. PATENT DOCUMENTS

*		Document Number Country Code-Number-Kind Code	Date MM-YYYY	Name	CPC Classification	US Classification
*	A	US-2006/0250902 A1	11-2006	Bender; Donald Arthur	B60K6/46	369/1
*	B	US-2013/0311023 A1	11-2013	Nozaki; Takeshi	B60K6/365	701/22
	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 Country Code-Number-Kind Code	Date 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.

Search Notes 	Application/Control No. 15799045	Applicant(s)/Patent Under Reexamination KING ET AL.
	Examiner ERICK GLASS	Art Unit 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

INTERFERENCE SEARCH			
US Class/ CPC Symbol	US Subclass / CPC Group	Date	Examiner

	/ERICK GLASS/ Primary Examiner.Art Unit 2837
--	---

Receipt date: 04/11/2018

15/799,045 -- GAU: 2837

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (03-15)

Approved for use through 07/31/2016. 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.

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

U.S. PATENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	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 ¹	Publication 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. Published Application citation information please click the Add button.							Add
FOREIGN PATENT DOCUMENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear T ⁵
	1	101729020	CN	A	2010-06-09	General Electric Company	With English Abstract
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 ⁵

EFS Web 2.1.17

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.G./

Petitioner EX1007
 Toyota v. Bunker Hill IPR2026-00250
 Page 668 of 798

Receipt date: 04/11/2018

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	

1	Copy of Office Action issued in connection with corresponding CN Application No. 2015100501902 on March 27, 2018.		
If you wish to add additional non-patent literature document citation information please click the Add button Add			
EXAMINER SIGNATURE			
Examiner Signature	/ERICK D GLASS/		Date Considered 07/08/2018
*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.			
¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.			

**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

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)	2018-04-11
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.



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

BIB DATA SHEET

CONFIRMATION NO. 9433

SERIAL NUMBER	FILING or 371(c) DATE	CLASS	GROUP ART UNIT	ATTORNEY DOCKET NO.		
15/799,045	10/31/2017	318	2837	273252-8		
RULE						
APPLICANTS General Electric Company, Schenectady, NY; INVENTORS Robert Dean King, Schenectady, NY; Zhihao Li, Rexford, NY; ** CONTINUING DATA ***** This application is a CON of 14/168,224 01/30/2014 PAT 9834098 ** FOREIGN APPLICATIONS ***** ** IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED ** 11/28/2017						
Foreign Priority claimed	☐ Yes ☒ No	☐ Met after Allowance EG	STATE OR COUNTRY	SHEETS DRAWINGS	TOTAL CLAIMS	INDEPENDENT CLAIMS
35 USC 119(a-d) conditions met	☐ Yes ☒ No		NY	7	22	4
Verified and	/ERICK DAVID GLASS/	Initials				
Acknowledged	Examiner's Signature					
ADDRESS GE GLOBAL PATENT OPERATION GE VENTURES-LICENSING (ME 131278) 901 MAIN AVENUE NORWALK, CT 06851 UNITED STATES						
TITLE VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME						
FILING FEE RECEIVED 2180	FEES: Authority has been given in Paper No. _____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No. _____ for following:			☐ All Fees		
				☐ 1.16 Fees (Filing)		
				☐ 1.17 Fees (Processing Ext. of time)		
				☐ 1.18 Fees (Issue)		
				☐ Other _____		
				☐ Credit		

Receipt date: 10/31/2017

15/799,045 --- GAU: 2837

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (03-15)

Approved for use through 07/31/2016. 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.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number	
	Filing Date	
	First Named Inventor	Robert Dean King
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	273252-8

U.S.PATENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	1	7932633	B2	2011-04-26	King et al		
	2	8026638	B2	2011-09-27	King 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 ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	1	20080011528	A1	2008-01-17	Verbrugge		
	2	20100136379	A1	2010-06-03	King		
	3	20100222953	A1	2010-09-02	Tang		
	4	20130038127	A1	2013-02-14	King		

EFS Web 2.1.17

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.G./

Petitioner EX1007
Toyota v. Bunker Hill IPR2026-00250
Page 673 of 798

Receipt date: 10/31/2017

15/799,045 - GAU: 2837

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

Application Number		
Filing Date		
First Named Inventor	Robert Dean King	
Art Unit		
Examiner Name		
Attorney Docket Number	273252-8	

5	20130138279	A1	2013-05-30	Shi				
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 ³	Country Code ²	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	102006013502	DE	A1	2007-09-27	SIEMENS AG	See English Family member W02007107458A2	
	2	1306262	EP	A2	2003-05-02	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA		
	3	1810861	EP	A1	2007-07-25	GENERAL ELECTRIC COMPANY		
	4	2159898	EP	A1	2010-03-03	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA		
	5	2340957	EP	A1	2011-07-06	MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION		
	6	2502773	EP	A2	2012-09-26	GENERAL ELECTRIC COMPANY		
	7	2587618	EP	A2	2013-05-01	SANYO ELECTRIC CO. LTD		
	8	2639099	EP	A	2013-09-18	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA		

EFS Web 2.1.17

ALL REFERENCES CONSIDERED EXCEPT WHERE LINED THROUGH. /E.G./

Receipt date: 10/31/2017

15/799,045 - GAT: 2837

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

Application Number		
Filing Date		
First Named Inventor	Robert Dean King	
Art Unit		
Examiner Name		
Attorney Docket Number	273252-8	

9	2007107458	WO	A2	2007-09-27	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.	English Family member of DE102006013502A1
10	2013024675	WO	A1	2013-02-21	HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD	

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 ⁵
	1	A copy of European Search Report and Opinion issued in connection with corresponding EP Application No. 15152810.6 on October 22, 2015.	

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

Add

EXAMINER SIGNATURE

Examiner Signature	/ERICK D GLASS/	Date Considered	07/08/2018
--------------------	-----------------	-----------------	------------

*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.

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

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

Application Number	
Filing Date	
First Named Inventor	Robert Dean King
Art Unit	
Examiner Name	
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)	2017-10-31
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.

EAST Search History

EAST Search History (Prior Art)

Ref #	Hits	Search Query	DBs	Default Operator	Plurals	Time Stamp
S1	4035	((("GENERAL") near3 ("ELECTRIC") near3 ("COMPANY"))).AANM.	USPAT	OR	ON	2018/03/07 18:31
S2	995	((("KING") near3 ("Robert"))).INV.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 18:33
S3	13	((("LI") near3 ("Zhihao"))).INV.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 18:34
S4	90211	(hybrid near3 (vehicle car automobile))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:18
S5	1795	(second two dual twin) near4 (traction near3 motor)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:19
S6	1833	(traction near3 motor) with transmission	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:20
S7	2917	(traction near3 motor) same transmission	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:20
S8	70042	(buck boost\$4) near4 (convert\$4 module unit device)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:22
S9	48	S4 and S5 and S8	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:22
S10	7	S4 and S5 and S8 and S6	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:22
S11	9	S4 and S5 and S8 and S7	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:23
S12	7	((("7932633") or ("8026638") or ("20080011528") or ("20100136379") or ("20100222953") or ("20130038127") or ("20130138279"))).PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2018/03/07 19:27
S13	2523	318/139.cds.	US-PGPUB;	OR	ON	2018/03/07 19:29

			USPAT; USOCR			
S14	3153	B60L11/1803.cpc.	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:29
S15	2009	B60L7/14.cpc.	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:29
S16	1844	B60L11/005.cpc.	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/07 19:29
S17	1	(15/799045).APP.	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2018/03/08 08:51
S18	189042	(hybrid electric) near4 (vehicle car automobile)	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 10:56
S19	1213201	(traction AC driv\$4 propel accel\$7) near3 motor	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:07
S20	379112	(buck\$4 boost\$4 DC dc/dc step-up bidirect\$6 bi-direct\$6 stepping-up (step near2 up)) near4 (convert\$4 module unit device)	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:16
S21	315062	(actuator motor) same transmission	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:18
S22	394023	(one solo sole lone) near3 transmission	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:19
S23	20620	S18 and S19 and S20	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:21
S24	7726	S18 and S19 and S20 and S21	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:22
S25	1829	S18 and S19 and S20 and S22	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:22
S26	135130	S19 same transmission	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:24
S27	4805	S18 and S19 and S20 and S26	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:24

S28	379112	(buck\$4 boost\$4 DC dc/dc step-up bidirect\$6 bi-direct\$6 stepping-up (step near2 up)) near4 (convert\$4 module unit device)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:28
S29	146920	S28 same (battery cell fuel stack array capacitor ultracapacitor supercapacitor)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:28
S30	189042	(hybrid electric) near4 (vehicle car automobile)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:30
S31	1213201	(traction AC driv\$4 propel accel\$7) near3 motor	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:30
S32	135130	S31 same transmission	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:30
S33	3686	S30 and S31 and S28 and S32 and S29	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:30
S34	394023	(one solo sole lone) near3 transmission	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:31
S35	958	S30 and S31 and S28 and S34 and S32	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 11:31
S36	35	("2010/0222953").URPN.	USPAT	OR	ON	2018/03/08 11:52
S37	944	S30 and S31 and S28 and S34 and S32 and generat\$4	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 13:03
S38	298	S37 and ((second two dual double twin) near4 (traction AC driv\$4 propel accel\$7) near4 (motor actuator generator))	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/03/08 13:09
S39	107	("20140265942" "9780702" "20180065491" "20150108925" "8672069" "20170133969" "9586496" "20080281479" "20130134911" "8928259" "9073448" "20110048827" "20080276824" "7723932" "8001906" "20080276825" "20050119806" "7379797" "7848857" "20170305283" "20100097031" "20100096926" "7595597" "8080973" "20120074774" "9227523" "9120393" "20070164693" "20170217303" "20080059014" "20120153878" "20070158118" "7932633" "20170050528" "20050285554" "20170361718" "9233612" "9024573" "20170040915" "20120153879" "7568537" "20150115709" "9061595" "20100133912" "20120299378" "9321367" "9975439" "7190133" "9809121" "8274173" "7532960" "20140145677")	US-PGPUB; USPAT	OR	OFF	2018/07/05 12:46

		"7937194" "20030151387" "20170057368" "20110169449" "20160197503" "8653696" "20120112702" "9620974" "20170353111" "9290097" "9960687" "20060005736" "20160152129" "7164977" "6757597" "20020103580" "20040133332" "20150214864" "9969253" "9834098" "20100108419" "20100136379" "8486570" "8421271" "20160020473" "8047317" "20150137751" "20020174797" "20130293175" "20060106521" "7231877" "20030150352" "9238415" "20030233959" "6612246" "9148085" "20050005814" "20050235865" "20090314179" "20070145918" "20030048089" "7571683" "20110186366" "20180001773" "6617820" "20070144398" "6973880" "20060164028" "20060005737" "7669534" "20110050174" "20070142985" "20070012492" "20140015459" "7430967").pn.				
S40	18	(US-20100222953-\$ or US-20170349164-\$ or US-20170334434-\$ or US-20170328330-\$ or US-20170320482-\$ or US- 20170284539-\$ or US-20180065491-\$ or US-20170355373-\$ or US-20170282900-\$ or US-20170253113-\$ or US-20170225675-\$ or US-20140132378-\$ or US- 20170072946-\$ or US-20170072939-\$ or US-20160039405-\$ or US-20140171260-\$ or US-20130190957-\$).did. or (US- 7932633-\$).did.	US- PGPUB; USPAT	OR	OFF	2018/07/05 12:46
S41	1	("8453770").PN.	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2018/07/05 13:06
S42	24	("20020147539" "20040104699" "20060016630" "20060185915" "20070038340" "20070284159" "20080032162" "5148883" "5419624" "5465806" "5508924" "5549172" "5804935" "6909959" "7033406").PN. OR ("8453770").URPN.	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2018/07/05 13:06
S43	96437	(hybrid) near4 (vehicle car automobile)	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 14:01
S44	1636	(second two dual twin) near4 (traction near3 motor)	US- PGPUB; USPAT	OR	ON	2018/07/05 14:01
S45	129384	(dc-dc dc/dc bidirect\$6 bi-direct\$6) near4 (convert\$4 module unit device)	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 14:02
S46	169	S43 and S44 and S45 and engine	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 14:03
S47	34	S43 and S44 and S45 and engine and S39	US- PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 14:03

EAST Search History

S48	1	("9969253").PN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2018/07/05 15:52
S49	11	("20100065349" "20100194318" "20100222953" "20100300780" "20110094841" "20110106349" "20130025992" "20130140121" "20130218386" "20150202978" "5722502").PN. OR ("9969253").URPN.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	OFF	2018/07/05 15:52
S50	3282	B60L11/1803.cpc.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 17:34
S51	9572	(hybrid) near4 (vehicle car automobile).ab.	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 17:35
S52	321468	(second two dual twin auxillary) near5 (motor)	US-PGPUB; USPAT	OR	ON	2018/07/05 17:36
S53	129384	(dc-dc dc/dc bidirect\$6 bi-direct\$6) near4 (convert\$4 module unit device)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 17:37
S54	550	S51 and S52 and S53 and engine	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 17:37
S55	400	S51 and S52 and S53 and engine and transmission	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 17:38
S56	12	S51 and S52 and S53 and engine and transmission and S50	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 18:44
S57	93	S55 and (buck\$4 boost\$4 stepping-up (step near2 up)) near4 (convert\$4 module unit device)	US-PGPUB; USPAT; USOCR	OR	ON	2018/07/05 18:46

EAST Search History (Interference)

< This search history is empty >

7/9/2018 10:10:31 AM

C:\Users\eglass\Documents\EAST\Workspaces\15799045.wsp

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: April 11, 2018

RESTRICTION REQUIREMENT RESPONSE

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Examiner:

This response is being timely filed in response to the Restriction Requirement dated April 2, 2018. Applicants, by their attorneys, respond to the Restriction Requirement by electing without traverse as follows.

CLAIMS

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

1. (Original) 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 and the second traction motor;
 - 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
 - operate the first traction motor as a generator to generate electrical power while operating the second traction motor to drive the vehicle through the transmission device.
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. (Original) The system of claim 1, further comprising a gear assembly coupled to the transmission device.
7. (Original) The system of claim 7, 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. (Original) The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the second traction motor is provided to the energy storage system.
11. (Original) The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the second traction motor is provided to the first traction motor.

12. (Original) The system of claim 1, wherein the control system is further configured to operate the first traction motor as a generator to generate electrical power.
13. (Original) The system of claim 12, wherein the electrical power generated by the first traction motor is provided to the energy storage system.
14. (Original) 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 and second traction drive system;
 - 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
 - operate the first traction drive system to generate electric power

while operating the second traction drive system to drive the vehicle through the transmission device.

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. (Original) The system of claim 14, further comprising a gear assembly coupled to the transmission device.
18. (Original) The system of claim 17, further comprising a wheel/axle assembly coupled to the gear assembly.
19. (Original) The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the second traction drive system is provided to the energy storage system.
20. (Original) The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the second traction drive system is provided to the first traction drive system.
21. (Original) 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;

Applicant: Robert Dean King et al.
Application No.: 15/799,045

a second AC motor coupled to the second inverter;
a transmission device coupled to the first AC motor and the second AC motor;
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
 operate the first AC motor as a generator to generate electrical power while operating the second AC motor to drive the vehicle through the transmission device.

22. (Original) 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;
a gear assembly coupled to the second AC motor and 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; and
 operate the first AC motor as a generator to generate electrical

Applicant: Robert Dean King et al.
Application No.: 15/799,045

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

Applicant: Robert Dean King et al.
Application No.: 15/799,045

REMARKS

The Examiner is requiring restriction between a single species or group of patently indistinct species based on the following:

- I. Species 1, Figure 1
- II. Species 2, Figure 2
- III. Species 3, Figure 3
- IV. Species 4, Figure 4
- V. Species 5, Figure 5
- VI. Species 6, Figure 6
- VII. Species 7, Figure 7

Applicants elect Species 7, which includes claims 1-2, 5-15, and 17-22, without traverse. Although this election is made without traverse, Applicants specifically reserve the right to rejoinder of any claims of Species 1-6 and withdrawal of the Restriction Requirement upon allowance of a claim of Species 7 and amendment of the claims of Species 1-6 to include all limitations of the allowed claim, pursuant to MPEP § 821.04. Applicants also specifically reserve the right to file any withdrawn claims of Species 1-6 in a divisional or continuation application.

Applicants respectfully request that a Notice of Allowance of the elected claims be timely issued in this case.

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 (03-15)

Approved for use through 07/31/2016. OMB 0651-0031

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.

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

U.S.PATENTS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	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 ¹	Publication 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. Published Application citation information please click the Add button.							Add	
FOREIGN PATENT DOCUMENTS							Remove	
Examiner Initial*	Cite No	Foreign Document Number ³	Country Code ²ⁱ	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	101729020	CN	A	2010-06-09	General Electric Company	With English Abstract	
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 ⁵

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

1	Copy of Office Action issued in connection with corresponding CN Application No. 2015100501902 on March 27, 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.	
¹ See Kind Codes of USPTO Patent Documents at www.USPTO.GOV or MPEP 901.04. ² Enter office that issued the document, by the two-letter code (WIPO Standard ST.3). ³ For Japanese patent documents, the indication of the year of the reign of the Emperor must precede the serial number of the patent document. ⁴ Kind of document by the appropriate symbols as indicated on the document under WIPO Standard ST.16 if possible. ⁵ Applicant is to place a check mark here if English language translation is attached.	

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

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)	2018-04-11
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: CN101729020 (A) — 2010-06-09

Apparatus for energy transfer using converter and method of manufacturing same

Inventor(s): DEAN KING ROBERT; STEIGERWALD ROBERT L ± (KING ROBERT DEAN, ; STEIGERWALD ROBERT L)

Applicant(s): GEN ELECTRIC ± (GEN ELECTRIC, ; GENERAL ELECTRIC COMPANY)

Classification: - international: B60L11/18; H01G11/00; H01G11/10; H01M10/44; H01M8/00; H02J7/00; H02M3/155; H02M7/48; H02P27/06
 - cooperative: B60L11/1803; B60L11/1809; B60L11/1811; B60L11/1814; B60L11/1816; B60L11/1818; B60L11/1838; B60L11/185; B60L11/1868; H02J7/0027; H02J7/0045; B60L2210/12; B60L2210/14; B60L2210/20; B60L2210/40; B60L2230/12; Y02T10/7005; Y02T10/7066; Y02T10/7072; Y02T10/7088; Y02T10/7225; Y02T10/7233; Y02T10/725; Y02T90/121; Y02T90/127; Y02T90/128; Y02T90/14; Y10S903/903; Y10T29/49117

Application number: CN20091209818 20091022

Priority number(s): US20080256466 20081022

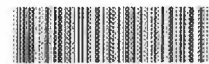
Also published as: CN101729020 (B) BRPI0904082 (A2) CA2682843 (A1) EP2179882 (A2) EP2179882 (A3) more

Abstract of CN101729020 (A)

The present invention provides an apparatus for energy transfer using converter and method of manufacturing same. A motor drive circuit includes a first energy storage device configured to supply electrical energy, a bi-directional DC-to-DC voltage converter coupled to the first energy storage device, a voltage inverter coupled to the bi-directional DC-to-DC voltage converter, and an input device configured to receive electrical energy from an external energy source. The motor drive circuit further

includes a coupling system coupled to the input device, to the first energy storage device, and to the bi-directional DC-to-DC voltage converter. The coupling system has a first configuration configured to transfer electrical energy to the first energy storage device via the bi-directional DC-to-DC voltage converter, and has a second configuration configured to transfer electrical energy from the first energy storage device to the voltage inverter via the bi-directional DC-to-DC voltage converter.

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101729020 A

(43) 申请公布日 2010.06.09

(21) 申请号 200910209818.3

(22) 申请日 2009.10.22

(30) 优先权数据

12/256466 2008.10.22 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R·D·金 R·L·施泰格瓦尔德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 朱海煜 王丹昕

(51) Int. Cl.

H02P 27/06(2006.01)

H02M 7/48(2007.01)

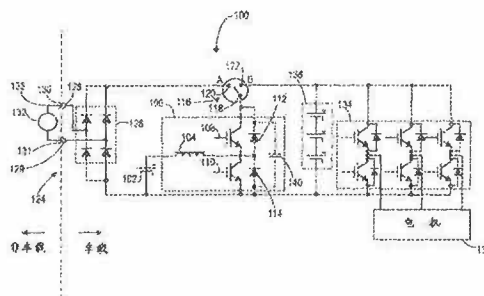
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 9 页

(54) 发明名称

使用变换器用于能量转移的设备和制造其的方法

(57) 摘要

本发明提供了使用变换器用于能量转移的设备和制造其的方法。其中,电机驱动电路包括配置以供应电能的第一能量存储装置,耦合到第一能量存储装置的双向 DC-DC 电压变换器,耦合到双向 DC-DC 电压变换器的电压逆变器,和配置以从外部能量来源接收电能的输入装置。该电机驱动电路还包括耦合到输入装置、第一能量存储装置、双向 DC-DC 电压变换器的耦合系统。该耦合系统具有配置以经由双向 DC-DC 电压变换器向第一能量存储装置转移电能的第一配置,并且具有配置以经由双向 DC-DC 电压变换器从第一能量存储装置向电压逆变器转移电能的第二配置。



CN 101729020 A

1. 一种电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其包括:
配置以供应电能的第一能量存储装置 (102);
耦合到所述第一能量存储装置 (102) 的双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162);
耦合到所述双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162) 的电压逆变器 (134);
配置以从外部能量来源 (132) 接收电能的输入装置 (124); 以及
耦合系统 (116), 其耦合到所述输入装置 (124)、所述第一能量存储装置 (102) 和所述双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162), 所述耦合系统 (116) 具有配置以经由所述双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162) 向所述第一能量存储装置 (102) 转移电能的第一配置, 并且具有配置以经由所述双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162) 从所述第一能量存储装置 (102) 向所述电压逆变器 (134) 转移电能的第二配置。
2. 如权利要求 1 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其还包括配置以向所述电压逆变器 (134) 供应电能的第二能量存储装置 (138)。
3. 如权利要求 2 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述第一能量存储装置 (102) 包括蓄电池和燃料电池中之一, 并且其中所述第二能量存储装置 (138) 包括蓄电池和超级电容器中之一。
4. 如权利要求 2 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述第一能量存储装置 (102) 配置以最大化能量输出, 并且其中所述第二能量存储装置 (138) 配置以最大化功率输出。
5. 如权利要求 2 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述耦合系统 (116) 具有配置以经由所述双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162) 向所述第二能量存储装置 (138) 转移电能的第三配置。
6. 如权利要求 2 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述双向 DC-DC 电压变换器 (106, 158, 160, 162) 包括第一双向降压 / 升压变换器。
7. 如权利要求 6 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其还包括耦合到所述第一双向降压 / 升压变换器 (106, 158, 160, 162) 的第二双向降压 / 升压变换器 (106, 158, 160, 162), 其中所述第一和第二双向降压 / 升压变换器 (106, 158, 160, 162) 配置以调制用于对所述第二能量存储装置 (138) 充电的电压。
8. 如权利要求 1 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述耦合系统 (116) 包括一个或多个从接触器 (150, 152, 154, 194, 196, 198, 202, 204, 206, 208, 214, 216, 218, 220, 234, 240, 242) 和半导体开关 (118) 构成的组中选择的耦合装置。
9. 如权利要求 1 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述输入装置 (124) 包括:
配置以收容电插头 (130) 的插孔 (128); 以及
耦合到所述插孔 (128) 的电压整流器 (126)。
10. 如权利要求 9 所述的电机驱动电路 (100, 142, 148, 156, 200, 212, 232, 238), 其中所述输入装置 (124) 还包括耦合在所述电压整流器 (126) 和所述插孔 (128) 之间的变压器 (222)。

使用变换器用于能量转移的设备和制造其的方法

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及混合动力和电动车 (hybrid and electric vehicle), 并且更加具体地涉及用于对能量存储装置充电的系统, 该能量存储装置用于为混合动力和电动车供电。

背景技术

[0002] 混合动力电动车结合了内燃发动机和电机 (motor), 该电机典型地由例如牵引用蓄电池等的能量存储装置供电。这样的结合通过使燃烧发动机和电机能够在各自增加的效率的范围中各自运转可增加总体燃料效率。例如, 电机可在从起步加速时是高效的, 而燃烧发动机可在恒定发动机运转的持续阶段期间 (例如在高速公路驾驶时) 是高效的。具有电机以增加初始加速度使在混合动力车中的燃烧发动机变得更小并且燃料效率更高。

[0003] 纯电动车典型地使用存储的电能为电机供电, 该电机推进车辆。纯电动车可使用一个或多个存储的电能源。例如, 存储的电能的第一个来源可用于提供持续更久的能量而存储的电能的第二个来源可用于提供更高功率的能量用于例如加速。

[0004] 插入式混合动力电动车被配置以使用来自外部来源的电能为牵引用蓄电池再充电。这通过减少内燃发动机必须运转以对牵引用蓄电池再充电的时间量而节省燃料。这样的车 (可包括道路上和越野车、高尔夫车、叉车和公用载重车) 可使用非车载 (off-board) 固定蓄电池充电器或车载 (on-board) 蓄电池充电器以从外部能量来源 (例如公用电网等) 向车辆的车载牵引用蓄电池转移电能。插入式混合动力客车典型地包括电路和连接以便于从外部能量来源 (例如公用电网等) 对牵引用蓄电池再充电。典型地, 蓄电池充电电路包括升压变换器、高频滤波器、斩波器 (chopper)、电感器和其他电力部件。这些在车运转期间一般不使用的附加部件增加车的成本和重量。

[0005] 因此希望的是提供一种设备便于电能从外部来源转移到插入式车辆的车载电存储装置, 其减少仅用于在车载电存储装置和外部来源之间转移能量的部件的数目。

发明内容

[0006] 根据本发明的方面, 电机驱动电路包括配置以供应电能的第一能量存储装置、耦合到第一能量存储装置的双向 DC-DC 电压变换器、耦合到双向 DC-DC 电压变换器的电压逆变器, 和配置以从外部能量来源接收电能的输入装置。该电机驱动电路还包括耦合到输入装置、第一能量存储装置、双向 DC-DC 电压变换器的耦合系统 (coupling system)。该耦合系统具有配置以经由双向 DC-DC 电压变换器向第一能量存储装置转移电能的第一配置, 并且具有配置以经由双向 DC-DC 电压变换器从第一能量存储装置向电压逆变器转移电能的第二配置。

[0007] 根据本发明的另一个方面, 制造其的方法包括: 提供第一能量存储装置、将第一双向降压/升压变换器耦合到第一能量存储装置, 以及将输入装置耦合到第一双向降压/升压变换器。该输入装置配置以从外部能量来源接收电能。该方法还包括将一个或多个耦合

装置耦合到第一双向降压/升压变换器、第一能量存储装置和输入装置,该一个或多个耦合装置配置以使电能经由第一双向降压/升压变换器对第一能量存储装置充电,并且配置以使电能经由第一双向降压/升压变换器从第一能量存储装置向电压逆变器转移。

[0008] 根据本发明的再另一个方面,牵引系统包括配置以推进车的电机和配置以向电机供应AC电力信号的电压逆变器。该系统还包括配置以向电压逆变器供应DC电力信号的电机驱动电路。该电机驱动电路具有第一蓄电池和耦合到第一蓄电池的第一双向降压/升压变换器,该第一双向降压/升压变换器具有第一电感器和第一晶体管。电机驱动电路还具有配置以从外部能量来源接收电能的输入装置并且具有耦合系统,该耦合系统具有其中外部能量来源经由输入装置和第一双向降压/升压变换器耦合到第一蓄电池的第一配置。该耦合系统还具有其中第一蓄电池经由第一双向降压/升压变换器耦合到电压逆变器的第二配置。

[0009] 各种其他特征和优势将从下列详细的说明和附图变得明显。

附图说明

[0010] 附图示出目前设想用于实现本发明的实施例。

[0011] 图1是示出根据本发明的实施例的牵引系统的示意图。

[0012] 图2是示出根据本发明的另一个实施例的牵引系统的示意图。

[0013] 图3是示出根据本发明的另一个实施例的牵引系统的示意图。

[0014] 图4是示出根据本发明的另一个实施例的牵引系统的示意图。

[0015] 图5是示出根据本发明的另一个实施例的牵引系统的示意图。

[0016] 图6是在根据本发明的另一个实施例的图5中示出的牵引系统的备选实施例。

[0017] 图7是示出根据本发明的另一个实施例的牵引系统的示意图。

[0018] 图8是示出根据本发明的另一个实施例的牵引系统的示意图。

[0019] 图9是示出根据本发明的实施例的牵引系统的示意图。

部件列表

[0021]	100	牵引系统	172	第二晶体管
[0022]	102	第一能量存储装置	174	第一二极管
[0023]	104	电感器	176	第二二极管
[0024]	106	双向DC-DC电压变换器	178	第三晶体管
[0025]	108	第一晶体管	180	第四晶体管
[0026]	110	第二晶体管	182	第三二极管
[0027]	112	第一二极管	184	第四二极管
[0028]	114	第二二极管	186	第五晶体管
[0029]	116	耦合系统	188	第六晶体管
[0030]	118	半导体开关	190	第五二极管
[0031]	120	第一位置	192	第六二极管
[0032]	122	第二位置	194	第一接触器
[0033]	124	输入装置	196	第二接触器
[0034]	126	极管整流器	198	第三接触器

[0035]	128	插孔	200	牵引系统
[0036]	130	插头	202	第一接触器
[0037]	132	外部能量来源	204	第二接触器
[0038]	134	电压逆变器	206	第三接触器
[0039]	136	电机	208	第四接触器
[0040]	138	第二能量存储装置	210	变压器
[0041]	140	电容器	212	牵引系统
[0042]	142	牵引系统	214	第一接触器
[0043]	144	第一位置	216	第二接触器
[0044]	146	第二位置	218	第三接触器
[0045]	148	牵引系统	220	第四接触器
[0046]	150	第一接触器	222	隔离变压器
[0047]	152	第二接触器	224	第一电感线圈
[0048]	154	第三接触器	226	第二电感线圈
[0049]	156	牵引系统	228	节点
[0050]	158	第一双向 DC-DC 电压变换器	230	节点
[0051]	160	第二双向 DC-DC 变换器	232	牵引系统
[0052]	162	第三双向 DC-DC 变换器	234	接触器
[0053]	164	第一电感器	236	电源总线
[0054]	166	第二电感器	238	牵引系统
[0055]	168	第三电感器	240	第一接触器
[0056]	170	第一晶体管	242	第二接触器

具体实施方式

[0057] 在图 1 中示出的本发明的实施例中, 示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或固定电力驱动系统中可用的牵引系统 100。牵引系统 100 包括第一能量存储装置 102, 其可以是蓄电池 (battery)、燃料电池、超级电容器或其类似物, 其耦合到双向 DC-DC 电压变换器 106 的电感器 104。电感器 104 耦合到串联连接的第一晶体管 108 和第二晶体管 110。晶体管 108、110 中的每个分别与第一和第二二极管 112、114 反并联耦合。耦合系统 116 包括开关 118, 其可以例如是接触器、继电器、半导体开关或其类似物。开关 118 具有第一位置 120 和耦合到第一晶体管 108 的第二位置 122。当开关 118 处于第一位置 120 时, 双向 DC-DC 电压变换器 106 耦合到输入装置 124, 该输入装置 124 包括二极管整流器 126 和配置以连接到外部能量来源 132 的电插头 130、131 的插孔 128、129 用于 DC 或 AC 电能的转移。在本发明的实施例中, 包含插头 130、131 的电线 133 可耦合到插座 (没有示出) (耦合到外部能量来源 132) 以电连接外部能量来源 132 到输入装置 124 用于 DC 或 AC 电能的转移。外部能量来源 132 可以例如是公用电网。当开关 118 处于第二位置 122 时, 双向 DC-DC 电压变换器 106 耦合到三相 DC-AC 电压逆变器 134, 其转换 DC 电力为 AC 电力用于驱动电机 136。本发明的实施例不限于三相电压逆变器并且可包括具有更大或更少相数的电压逆变器。

[0058] 在本发明的实施例中,第二能量存储装置 138(虚拟示出)耦合到电压逆变器 134,该能量存储装置 138 可以是蓄电池、燃料电池、超电容器或其类似物。双向 DC-DC 电压变换器 106 可以是双向降压/升压变换器。如此,双向 DC-DC 电压变换器 106 可包括跨接两个晶体管 108、110 耦合的电容器 140(虚拟示出)。当使用来自外部能量来源 132 的电压对能量存储装置 102、138 充电时,双向 DC-DC 电压变换器 106 允许电压的调制或降压变换以控制外部能量来源 132 和能量存储装置 102、138 之间的能量转移。与常规的蓄电池充电器相比的功率因子的增加引起能量向存储装置 102、138 的更高效率的转移。

[0059] AC 电力系统的功率因子定义为有效功率与表观功率(apparent power)的比率并且可表示为 0 和 1 之间的数字或 0 和 100 之间的百分比。有效功率是电路在特定时间做功的能力。表观功率是电路的电流和电压的乘积。由于存储在负载中和返回到来源的能量,或由于使从来源汲取的电流的波形变形的非线性负载,表观功率可能大于有效功率。具有较低功率因子的电路做的功比具有较高功率因子的电路少。因此,为了做相同量的功,输入更高的电压或电流进入具有较低功率因子的电路。

[0060] 在具有正弦电流和电压的电路中,功率因子可由于电流和电压之间的相位差而减小。开关式电源可配置以控制由负载汲取的功率量以增加能量转移功率因子(energy transfer power factor)。在一些应用中,开关式电源(例如包括降压/升压变换器的那个)控制从其输出的电流使得电流波形与从其输出的电压波形成比例。例如,降压/升压变换器可使电流波形整形为与电压波形的正弦波同相位的正弦波。可以控制升压变换器以保持恒定的 DC 总线输出电压且同时汲取与输出电压同相位并且相同频率的电流。

[0061] 在运转中,开关 118 在正常车辆运转(即,电机运转)期间处于第二位置 122。第一能量存储装置 102 向双向 DC-DC 电压变换器 106 供应 DC 电压,双向 DC-DC 电压变换器 106 阶升或升压 DC 电压。升压的 DC 电压通过电压逆变器 134 变换为 AC 电压以驱动电机 136。同样地,在正常车辆运转(即,减速或当制动时,经常看成是再生制动)期间,驱动电机(electric drive motor)136 起发电机的作用并且 AC 电压在电压逆变器 134 中变换为 DC 电压并且向双向 DC-DC 电压变换器 106 供应 DC 电压,双向 DC-DC 电压变换器 106 阶降或降压 DC 电压并且供应 DC 电压以对第一能量存储装置 102 部分地再充电。

[0062] 开关 118 在第一能量存储装置 102 从外部来源 132 再充电期间处于第一位置 120。插头 130、131 从外部能量来源 132(例如公用电网等)通过插孔 128、129 转移电力到二极管整流器 126。在本发明的实施例中,二极管整流器 126 变换 AC 电压为 DC 电压,其产生通过第一晶体管 108、第二二极管 114 和电感器 104 对第一能量存储装置 102 充电的电流。通过拨动开关 118 到第二位置 122,第一能量存储装置 102 向双向 DC-DC 电压变换器 106 供应 DC 电压,双向 DC-DC 电压变换器 106 升压 DC 电压并且供应升压的 DC 电压以通过开关 118 对第二能量存储装置 138 充电。

[0063] 在图 2 中示出的本发明的实施例示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或固定电力驱动系统中可用的牵引系统 142。牵引系统 100 和 142 公用的元件和部件将视情况关于相同的标号论述。图 3-8 将也关于相同的标号论述公用部件。开关 118 直接耦合到双向 DC-DC 电压变换器 106 的电感器 104 而不是如在图 1 中示出的直接耦合到第一晶体管 108。在第一位置 144,开关 118 将双向 DC-DC 电压变换器 106 耦合到第一能量存储装置 102。在第二位置 146,开关 118 将双向变换器 106 耦合到输入装置 124。

[0064] 在运转中,开关 118 在正常车辆运转(即,电机运转或再生制动)期间处于第一位置 144。如在关于图 1 说明的实施例中,在电机运转期间,第一能量存储装置 102 向双向 DC-DC 电压变换器 106 供应 DC 电压,双向 DC-DC 电压变换器 106 阶升或升压该 DC 电压,其然后输出到第二能量存储装置 136 并且由电压逆变器 134 变换为 AC 电压以驱动电机 136。与图 1 类似,在再生制动期间,电机 136 起发电机的作用并且电能和电力通过逆变器 134 转移以对第二能量存储装置 138(如果存在)部分地再充电,以及电能和电力通过双向 DC-DC 变换器 106(以降压模式起作用)转移以对第一能量存储装置 102 部分地再充电。

[0065] 将开关 118 处于第二位置 146 将电感器 104 耦合到输入装置 124。二极管整流器 126 向双向 DC-DC 电压变换器 106 提供 DC 充电信号,双向 DC-DC 电压变换器 106 输出升压的充电 DC 信号以对第二能量存储装置 138 充电。通过拨动开关 118 到第一位置 144,电能可以从第二能量存储装置 138 通过第一晶体管 108、二极管 114 和电感器 104 转移以对第一能量存储装置 102 充电。

[0066] 在图 3 中示出的本发明的实施例包括在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或其他固定电力驱动系统中可用的牵引系统 148。在这个实施例中,耦合系统 116 分别包括第一、第二和第三接触器 150、152 和 154。第一能量存储装置 102 通过第一接触器 150 直接可耦合到电感器 104 并且通过第二接触器 152 直接可耦合到第一晶体管 108。第一晶体管 108 通过第三接触器 154 直接可耦合到第二能量存储装置 138。

[0067] 在运转中,当第二接触器 152 闭合并且其他两个接触器 150、154 断开时第一能量存储装置 102 被充电。来自外部能量来源 132 的电能流过电感器 104、第一接触器 152 和双向变换器 106,该双向变换器 106 起升压变换器的作用以对第一能量存储装置 102 充电。当处于这个升压模式时,晶体管 110 在高频开关并且反向二极管 112 起“续流(freewheeling)”二极管的作用。当第三接触器 154 是闭合的并且其他两个接触器 150、152 是断开时第二能量存储装置 138(如果存在)被充电。在一个示例中,来自公用电网的电能由二极管整流器 126 变换为 DC 信号,流过电感器 104、第三接触器 154 并且双向 DC-DC 电压变换器 106 起升压变换器的作用以对第二能量存储装置 138 充电。预期有第一和第二能量存储装置 102、138 可通过闭合第二和第三接触器 152、154 以及断开第二接触器 150 而被同时充电。

[0068] 当车辆处于电机运转模式时,接触器 150 和 154 是闭合的并且另一个接触器 152 是断开的。在电机运转期间,第一能量存储装置 102 通过接触器 150 向双向 DC-DC 电压变换器 106(其升压 DC 信号)供应 DC 电压。来自变换器 106 的 DC 电力信号流过第三接触器 154。来自变换器 106 和第二能量存储装置 138 的 DC 电力由电压逆变器 134 变换为 AC 信号以驱动电机 136。在再生制动期间的运转与上文说明的类似,其中双向 DC-DC 电压变换器 106 将来自 DC-AC 电压逆变器 134 的 DC 侧的较高的电压降压到较低的电压以对第一能量存储装置 102 部分地充电。

[0069] 在图 4 中示出的本发明的实施例示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或固定电力驱动系统中可用的牵引系统 156。牵引系统 156 包括并行耦合的第一、第二和第三双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162。变换器 158-162 分别包括牵引系统 156 的第一、第二和第三电感器 164、166、168。变换器 158 包括牵引系统 156 的第一和第二晶体管 170、172 以及第一和第二二极管 174、176。变换器 160 包括牵引系统 156 的第三和第四晶体

管 178、180 以及第三和第四二极管 182、184。变换器 162 包括牵引系统 156 的第五和第六晶体管 186、188 以及第五和第六二极管 190、192。每个晶体管 170、172、178、180、186、188 与各自的二极管 174、176、182、184、190、192 反并联耦合。双向 DC-DC 电压变换器 158-162 的每个可以是双向降压 / 升压变换器。

[0070] 耦合系统 116 分别包括第一、第二和第三接触器 194、196 和 198。第一能量存储装置 102 通过第一接触器 194 直接可耦合到第二电感器 166、第三电感器 168 和第一电感器 164。第二接触器 196 耦合在第一晶体管 170 和第一能量存储装置 102 之间。第三接触器 198 耦合在第一晶体管 170 和三相电压逆变器 134 之间，三相电压逆变器 134 耦合于电机 136。

[0071] 在运转中，当第二接触器 196 闭合并且其他两个接触器 194、198 断开时第一能量存储装置 102 被充电。外部能量来源 132 提供 DC 电力信号或 AC 电力信号（例如来自公用电网），该 AC 电力信号由二极管整流器 126 变换为 DC 信号。DC 信号流过电感器 164、第一接触器 196 和双向 DC-DC 电压变换器 158 到第一能量存储装置 102。

[0072] 当第三接触器 198 是闭合的并且其他两个接触器 194、196 是断开时第二能量存储装置 138（如果存在）被充电。在这个情况下，AC 电力信号（如可由公用电网提供）由二极管整流器 126 变换为 DC 信号。DC 信号流过双向 DC-DC 电压变换器 158（第一电感器 164、第二晶体管 172、第一二极管 174）并且通过第三接触器 198 流到第二能量存储装置 138。当车辆处于电机运转时，第二接触器 196 是断开的并且其他两个接触器 194、198 是闭合的。在这个模式下，第一能量存储装置 102 向各个双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 的电感器 166、168、164 中的每个供应 DC 信号。三个电压变换器 158、160、162 中的每个升压来自第一能量存储装置 102 的 DC 信号并且输出升压的电压到电压逆变器 134，这里得到的 DC 信号被变换为适用于驱动电机 136 的 AC 信号。可根据所需要的功率而使用升压变换器中的一个或全部。如果需要低功率，可以仅使用变换器中的一个以增加总体部分负载效率。当使用超过一个变换器时，它们的开关可是交替的以增加有效开关频率并且从而减少在第一能量存储装置 102 和任何其他 DC 总线滤波器（没有示出）上的波纹电流和电压。在再生制动期间的运转与上文说明的类似，其中双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 在降压模式中运转以在经过电压逆变器 134 之后减小由电机 136 产生的电压。

[0073] 在图 5 中示出的本发明的实施例示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或其他固定电力驱动系统中可用的牵引系统 200 的实施例。耦合系统 116 包括第一、第二、第三和第四接触器 202、204、206、208。第一能量存储装置 102 通过第一接触器 202 直接可耦合到第一电感器 164 并且通过第二接触器 204 直接可耦合到第二电感器 166。第一能量存储装置 102 直接耦合到第三电感器 168。三个双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 的输出耦合到电压逆变器 134，而电压逆变器 134 进而耦合到电机 136。具有对于插头 130、131 的插孔 128、129 的输入装置 124 配置以从外部能量来源 132 接收电力，外部能量来源 132 可以是例如公用电网等的外部 AC 电源。输入装置 124 的一个端子通过第四接触器 208 直接可耦合到第二电感器 166，并且输入装置 124 的第二端子通过第三接触器 206 直接可耦合到第一电感器 164。

[0074] 在本发明的备选实施例中，输入装置 124 还包括变压器 210（虚拟示出）以隔离系统 200 与外部能量来源 132。典型地，电插座提供 120 伏特 AC 或 240 伏特 AC。变压器 210

可以配置以在输入装置 124 处将公用电网电压从 120Vac 或 240Vac 阶升到 480Vac 或更高。更高的电压允许能量存储装置 102、132 更快充电。

[0075] 在运转中,当第三和第四接触器 206、208 闭合并且第一和第二接触器 202、204 断开时第一能量存储装置 102 和第二能量存储装置 138 都被充电。外部能量来源 132 在输入装置 124 处向系统 200 提供电压。在没有整流器的情况下,第一和第二双向电压变换器 158、160 用于经由两个全桥相脚 (full bridge phase leg) 之间耦合的 AC 来源 (在一个相脚由晶体管 178、180 构成并且在第二相脚由 170 和 172 构成) 变换 AC 输入电压为 DC 电压。注意,在再生制动模式期间,当电机 136 产生 AC 电压并且电压逆变器 134 产生 DC 电压时,两个双向 DC-DC 变换器 158、160 中的两个相脚的运转与 DC-AC 电压逆变器 134 的三个相脚中的两个的运转类似。

[0076] 当车辆处于电机运转时,第一和第二接触器 202、204 是闭合的,并且第三和第四接触器 206、208 是断开的。在这个情况下,闭合第一和第二接触器 202、204 引起将第一能量存储装置 102 耦合到各个双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 的第一、第二和第三电感器 164、166、168。变换器 158、160、162 升压来自第一能量存储装置 102 的 DC 电压并且输出升压的 DC 电压到电压逆变器 134 并且到第二能量存储装置 138 (如果存在)。电压逆变器 134 变换 DC 电压为适用于驱动电机 136 的 AC 电压。

[0077] 图 6 示出在图 5 中示出的牵引系统 200 的备选实施例。在这个实施例中,外部能量来源 132 是 DC 电源并且利用单个双向 DC-DC 变换器 (例如 160 或 158) 或为了更高功率的充电应用而使用异步并且交错的开关利用并行模式中的两个双向 DC-DC 电压变换器 160、158 以有利地最小化波纹电流以进一步增加充电器效率。DC 电源 132 的第一正极端子 205 通过插头 130、131 和插孔 128、129 直接连接到例如接触器 208 等的接触器,如单个 DC-DC 升压变换器运转所示出的。然而,对于单个 DC-DC 升压变换器运转,正极端子 205 可相反连接到接触器 206 (如虚拟示出的)。对于更高功率运转,正极端子 205 可通过插头 130、131 和插孔 128、129 连接到接触器 208 和 206 二者。DC 电源 132 的负极端子 209 通过插头 131 和插孔 129 直接连接到牵引系统 200 的公用线 211。

[0078] 为了对第一能量存储装置 102 和第二能量存储装置 138 (如果存在) 充电,第一正极端子 205 通过接触器 208 向第二双向 DC-DC 电压变换器 160 供应 DC 电力。如果接触器 206 还被连接到第一正极端子 205,DC 电力向第一双向 DC-DC 电压变换器 158 供应。DC 电力直接流向第二能量存储装置 138,并且通过晶体管 186 和电感器 168 流向第一能量存储装置 102。

[0079] 当车辆处于电机运转时,接触器 204 和接触器 202 (如果存在) 闭合并且接触器 208 和接触器 206 (如果存在) 断开。在这个情况下,闭合接触器 202、204 引起将第一能量存储装置 102 耦合到各个双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 的第一、第二和第三电感器 164、166、168。变换器 158、160、162 升压来自第一能量存储装置 102 的 DC 电压并且输出升压的 DC 电压到电压逆变器 134 并且到第二能量存储装置 138 (如果存在)。电压逆变器 134 变换 DC 电压为适用于驱动电机 136 的 AC 电压。

[0080] 在图 7 中示出的本发明的实施例示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或固定电力驱动系统中可用的牵引系统 212。耦合系统 116 包括第一、第二、第三和第四接触器 214、216、218、220。第一能量存储装置 102 通过第一接触器 214 直接可耦合到

第一电感器 164 并且通过第二接触器 216 直接可耦合到第二电感器 166。第一能量存储装置 102 直接耦合到第三电感器 168。三个双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 的输出耦合到电压逆变器 134，该电压逆变器 134 进而耦合到电机 136。输入装置 124 具有耦合到插孔 128、129 的隔离变压器 222，而不是二极管整流器 126。隔离变压器 222 包括第一电感线圈 224 和第二电感线圈 226。第二电感线圈 226 通过第三接触器 218 直接可耦合到第一双向 DC-DC 电压变换器 158 的第一和第二晶体管 170、172 之间的节点 228。第二电感线圈 226 通过第四接触器 220 还直接可耦合到第二双向 DC-DC 电压变换器 160 的第三和第四晶体管 178、180 之间的节点 230。在这个实施例中，在第一能量存储装置 102 和第二能量存储装置 138（如果存在）的充电操作期间，使用变压器线圈电感代替如在图 5 中示出的双向 DC-DC 变换器电感器 164、166 与外部 AC 电源 132 连接。

[0081] 在运转中，当第三和第四接触器 218、220 闭合并且第一和第二接触器 214、216 断开时，第一能量存储装置 102 和第二能量存储装置 138（如果存在）都被充电。根据隔离变压器 222 和电感器线圈 224、226 的配置，来自外部能量来源 132 通过输入装置 124 的电压可以是 120Vac、240Vac、480Vac 或一些更高的电压。来自双向 DC-DC 电压变换器 160、158 的两个全相脚使用变压器线圈电感来变换施加到全相晶体管桥接电路的中点的 AC 电压的运转与在再生制动运转期间当来自电机 136 的 AC 电压在逆变器 134 处变换为 DC 电压时 DC-AC 电压逆变器 134 的运转类似。也向第三双向 DC-DC 电压变换器 162 的第五晶体管 186 和第三电感器 168 供应相同的 DC 电压以使用处于降压运转模式的双向 DC-DC 电压变换器 162 对第一能量存储装置 102 充电。

[0082] 当车辆或固定电力驱动系统处手电机运转时，第一和第二接触器 214、216 闭合并且第三和第四接触器 218、220 断开。第一能量存储装置 102 通过第一接触器 220 向第一电感器 164 供应 DC 电压，并且通过第二接触器 216 向第二电感器 166，并且直接向第三电感器 168 供应 DC 电压。三个双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 升压 DC 电压并且向电压逆变器 134 供应升压的电压，电压逆变器 134 变换 DC 电压为适用于驱动电机 136 的 AC 电压。

[0083] 在图 8 中示出的本发明的实施例示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或固定电力驱动系统中可用的牵引系统 232。耦合系统 116 包括接触器 234。第一能量存储装置 102 通过接触器 234 直接可耦合到第一电感器 164 并且直接耦合到第二和第三电感器 166、168。输入装置 124 包括将插孔 128、129 耦合到第一双向 DC-DC 电压变换器 158 的电源总线 236。在本发明的实施例中，输入装置 124 包括二极管整流器 126 和可选的耦合到插孔 128、129 的变压器 222（虚拟示出）。

[0084] 在运转中，第一能量存储装置 102 通过断开接触器 234 以去除第一能量存储装置 102 和输入装置 124 之间的直接并行连接而被充电。第二能量存储装置 138 由在升压模式运转的双向 DC-DC 电压变换器 158 充电。存储装置 102 可以由在降压模式运转的双向 DC-DC 电压变换器 160 和 162 中的任一个或二者同时充电。在一个实施例中，外部电源 132 向输入装置 124 提供 AC 电压，在这里信号被二极管整流器 126 变换为 DC 电压。在本发明的备选实施例中，外部能量来源 132 是 DC 电源并且向输入装置 124 供应 DC 电压。来自二极管整流器 126 的 DC 信号流过第一电感器 164、第一晶体管 170 和第一二极管 174 到第二能量存储装置 138。第一能量存储装置 102 可以通过第二电感器 166 和第三晶体管 178 或通过第三电感器 168 和第五晶体管 186 而被充电。

[0085] 当车辆处于电机运转或固定电力驱动没有连接到外部来源 132 时,接触器 234 闭合,并且插孔 128、129 从插头 130、131 脱离。第一能量存储装置 102 向第一、第二和第三双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 的第一、第二和第三电感器 164、166、168 供应 DC 电压以升压 DC 电压。升压的 DC 电压输出到电压逆变器 134,该电压逆变器 134 变换 DC 电压为适用于驱动电机 136 的 AC 电压。

[0086] 系统 232 的备选实施例包括隔离变压器 222(虚拟示出),其耦合到输入装置 124 的二极管整流器 126。根据它的配置,变压器 222 可以阶升由外部能量来源 132 供应的电压。增加进入系统 232 的输入电压可减少对能量存储装置 102、138 充电所需要的时间。

[0087] 在图 9 中示出的本发明的实施例示出在例如插入式电动或插入式混合动力车等的车辆或固定电力驱动系统中可用的牵引系统 238。第一和第五晶体管 170、186 直接耦合到第二能量存储装置 138。耦合系统 116 包括第一和第二接触器 240、242。第三晶体管 178 通过第一接触器 240 直接可耦合到第二能量存储装置 138。第一存储装置 102 通过第二接触器 242 直接可耦合到第一和第二电感器 164、166 并且直接耦合到第三电感器 168。输入装置 124 包括二极管整流器 126 和对于电插头 130、131 的插孔 128、129 并且配置以从外部能量来源 132 接收电能。

[0088] 在运转中,第二能量存储装置 138(如果存在)通过断开第一和第二接触器 240、242 而被充电。如果第二能量存储装置 138 不存在,与 DC-AC 电压逆变器 134 关联的大 DC 接线滤波电容器(没有示出)(其执行 DC 接线滤波或平滑功能)允许 DC 输入电压在逆变器 134 处被滤波,并且电压的值由用于通过双向 DC-DC 电压变换器 162 对第一能量存储装置 102 充电的功率部分地调节。外部能量来源 132 通过输入装置 124 向系统 238 供应输入电压。如果必要的话(即,如果外部能量来源 132 是 AC 能量来源),二极管整流器 126 变换 AC 输入电压为 DC 信号。在降压模式(即,瞬时输入电压高于第二能量存储装置 138 的电压),来自输入装置 124 的电能通过第三开关晶体管 178、第一和第二电感器 164、166、第一和第四二极管 174、184(续流二极管)向第二能量存储装置 138 供应。在升压模式(即,瞬时输入电压低于第二能量存储装置 138 的电压),晶体管 178 连续地传导并且第二晶体管 172 被开关以调节第一双向 DC-DC 电压变换器 158 的输出。来自输入装置 124 的电能通过第三晶体管 178、第一和第二电感器 164、166、第一二极管 174 向第二能量存储装置 138 供应。一般,来自第一和第二双向 DC-DC 电压变换器 158、160 的输出电压被控制并且设置在使外部能量来源 132 和第二能量存储装置 138 之间的能量转移功率因子最大化的水平。能量从第二能量存储装置 138 转移以通过第三双向 DC-DC 电压变换器 162 对第一能量存储装置 102 充电。电能流过开关第五晶体管 186、续流第六二极管 192 和第三电感器 168 以对第一能量存储装置 102 充电。注意这个设置允许输入来源的降压和升压并且因此允许从输入 AC 线路(从而获得高功率因子)独立于 AC 输入电压水平而汲取近正弦曲线电流。另外,可以适应任何实际 DC 源电压,因为变换器 158、160 可以降压或升压而产生极为灵活的充电系统。

[0089] 在电机运转期间,第一和第二接触器 240、242 闭合。第一能量存储装置 102 通过第二接触器 242 向第一和第二双向 DC-DC 电压变换器 158、160 供应 DC 电压,并且直接向第三双向 DC-DC 电压变换器 162 供应 DC 电压。双向 DC-DC 电压变换器 158、160、162 中的每个升压来自第一能量存储装置 102 的 DC 电压并且输出升压的电压到电压逆变器 134,其变

换 DC 电压为适用于驱动电机 136 的 AC 电压。可根据所需要的功率而使用升压变换器中的一个或全部。如果需要低功率,可以仅使用变换器中的一个以增加总体部分负载效率。当使用超过一个变换器时,它们的开关可是交替的以增加有效开关频率并且从而减少在第一能量存储装置 102 和任何其他 DC 总线滤波器(没有示出)上的波纹电流和电压。

[0090] 根据本发明的一个实施例,电机驱动电路包括配置以供应电能的第一能量存储装置、耦合到第一能量存储装置的双向 DC-DC 电压变换器、耦合到双向 DC-DC 电压变换器的电压逆变器和配置以从外部能量来源接收电能的输入装置。该电机驱动电路还包括耦合到输入装置、第一能量存储装置、双向 DC-DC 电压变换器的耦合系统。该耦合系统具有配置以经由双向 DC-DC 电压变换器向第一能量存储装置转移电能的第一配置,并且具有配置以经由双向 DC-DC 电压变换器从第一能量存储装置向电压逆变器转移电能的第二配置。

[0091] 根据本发明的另一个实施例,制造其的方法包括:提供第一能量存储装置、将第一双向降压/升压变换器耦合到第一能量存储装置并且将输入装置耦合到第一双向降压/升压变换器。该输入装置配置以从外部能量来源接收电能。该方法还包括将一个或多个耦合装置耦合到第一双向降压/升压变换器、第一能量存储装置和输入装置,该一个或多个耦合装置配置以使电能经由第一双向降压/升压变换器对第一能量存储装置充电,并且配置以使电能经由第一双向降压/升压变换器从第一能量存储装置向电压逆变器转移。

[0092] 根据本发明的再另一个实施例,牵引系统包括配置以推进车辆的电机和配置以向电机供应 AC 电力信号的电压逆变器。该系统还包括配置以向电压逆变器供应 DC 电力信号的电机驱动电路。该电机驱动电路具有第一蓄电池和耦合到第一蓄电池的第一双向降压/升压变换器,该第一双向降压/升压变换器具有第一电感器和第一晶体管。电机驱动电路还具有配置以从外部能量来源接收电能的输入装置并且具有耦合系统,该耦合系统具有其中外部能量来源经由输入装置和第一双向降压/升压变换器耦合到第一蓄电池的第一配置。该耦合系统还具有其中第一蓄电池经由第一双向降压/升压变换器耦合到电压逆变器的第二配置。

[0093] 尽管本发明已经连同仅有限数量的实施例详细说明,应该容易认识到本发明不限于这样公开的实施例。相反,本发明可以被改动以包含任何数量在此之前没有说明的变化、修改、代替或等效设置,但与其与本发明的精神和范围相当。另外,尽管本发明的各种实施例已经被说明,要认识到本发明的方面可仅包括说明的实施例中的一些。因此,本发明不被视为被先前的说明所限制的,而仅被附上的权利要求的范围所限制。

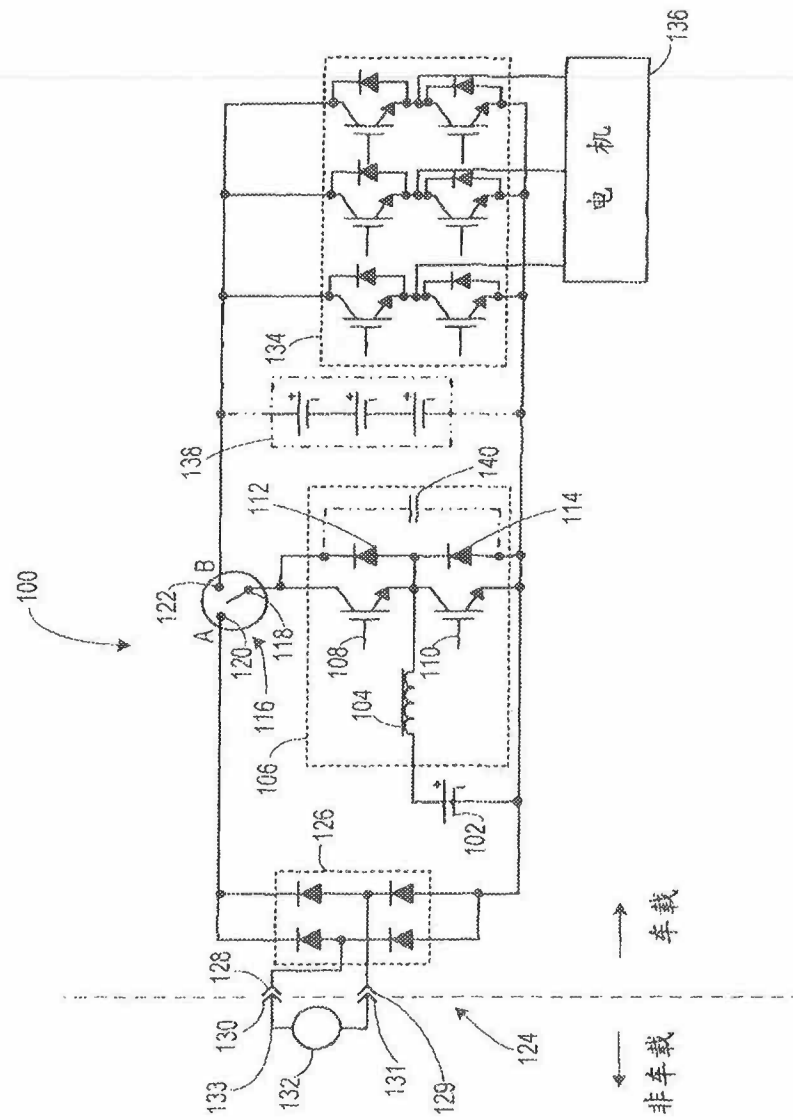


图 1

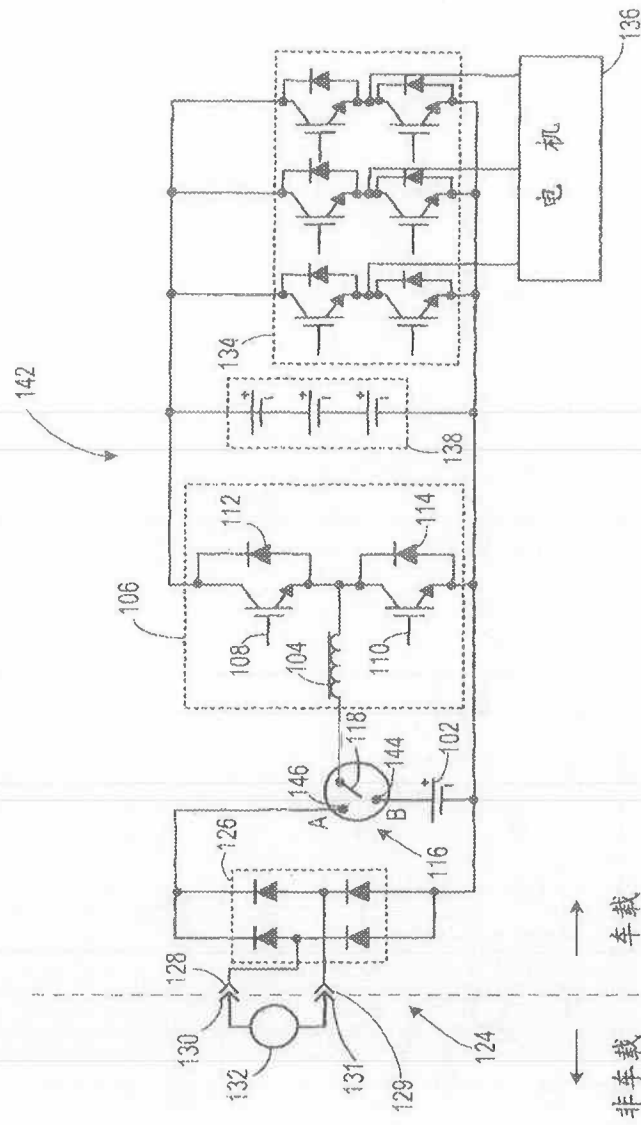


图 2

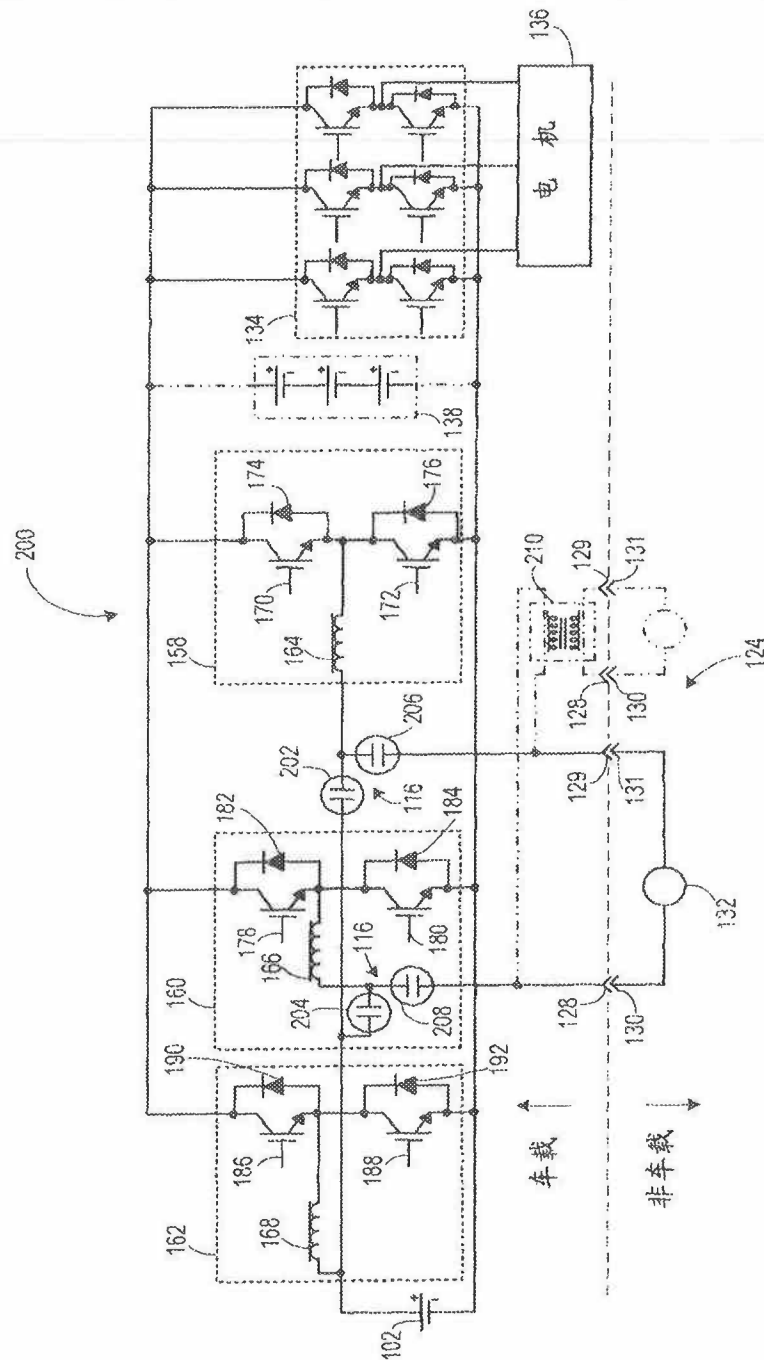
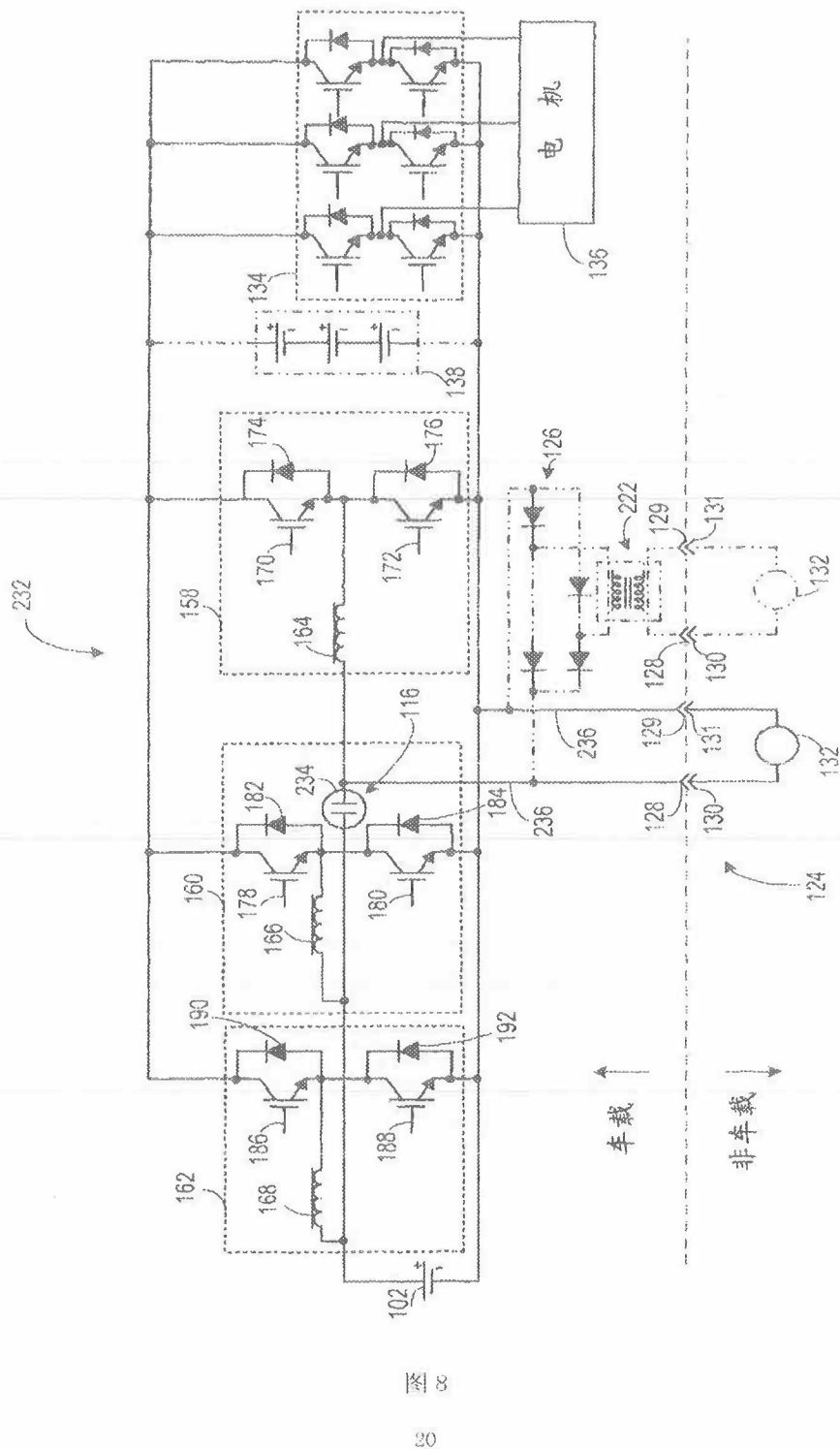


图 5



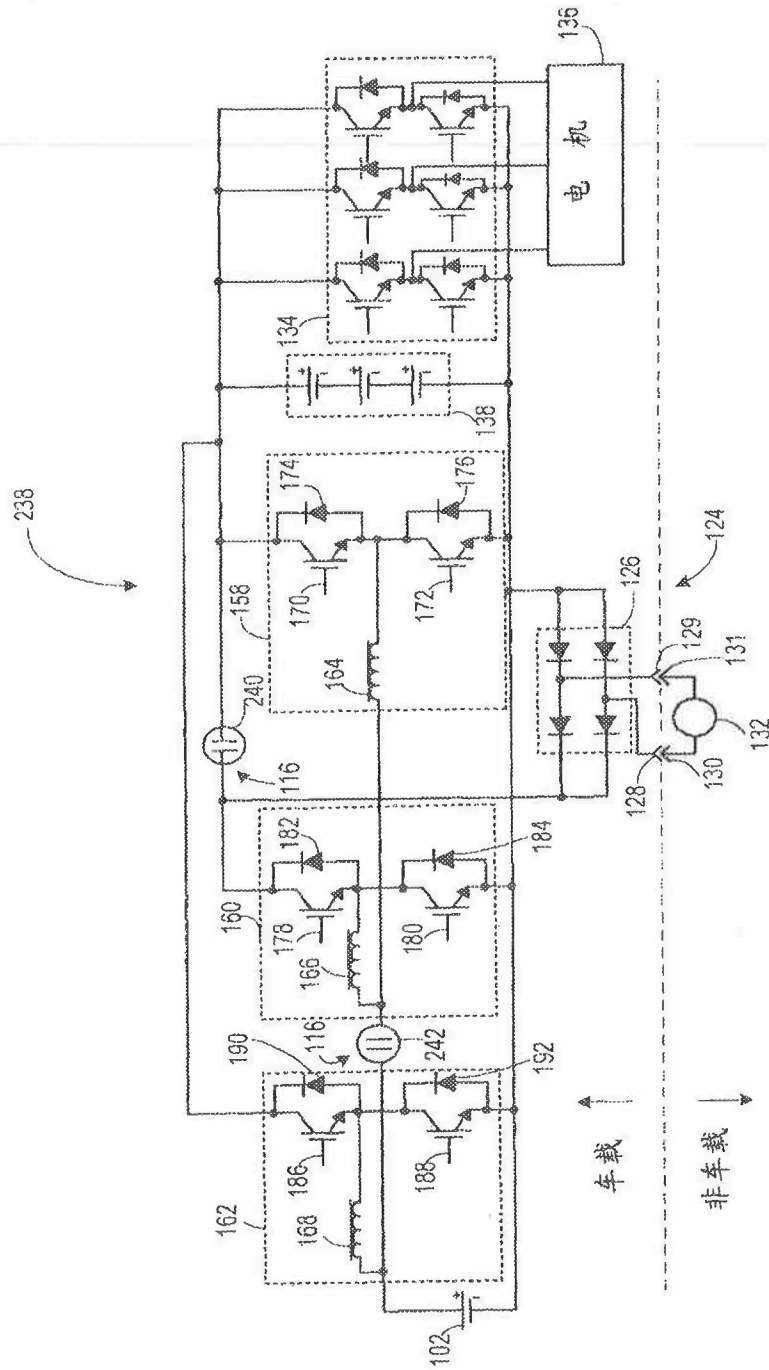


图9

Electronic Acknowledgement Receipt	
EFS ID:	32309759
Application Number:	15799045
International Application Number:	
Confirmation Number:	9433
Title of Invention:	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME
First Named Inventor/Applicant Name:	Robert Dean King
Customer Number:	131278
Filer:	Craig Michael Drachtman/Colleen Maroney
Filer Authorized By:	Craig Michael Drachtman
Attorney Docket Number:	273252-8
Receipt Date:	11-APR-2018
Filing Date:	31-OCT-2017
Time Stamp:	14:55:23
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	no				
File Listing:					
Document Number	Document Description	File Name	File Size(Bytes)/ Message Digest	Multi Part /.zip	Pages (if appl.)
1		273252_8_RespRestReq.pdf	92555 6f2e8b7b25891b673351ef68252b88cd9513062	yes	8

Multipart Description/PDF files in .zip description					
Document Description			Start	End	
Response to Election / Restriction Filed			1	1	
Claims			2	7	
Applicant Arguments/Remarks Made in an Amendment			8	8	
Warnings:					
Information:					
2	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	273252_8_IDS.pdf	1035266 8f4cddbca72dd7684ae1a655d1bc9dc577c70e70f	no	4
Warnings:					
Information:					
A U.S. Patent Number Citation or a U.S. Publication Number Citation is required in the Information Disclosure Statement (IDS) form for autoloading of data into USPTO systems. You may remove the form to add the required data in order to correct the Informational Message if you are citing U.S. References. If you chose not to include U.S. References, the image of the form will be processed and be made available within the Image File Wrapper (IFW) system. However, no data will be extracted from this form. Any additional data such as Foreign Patent Documents or Non Patent Literature will be manually reviewed and keyed into USPTO systems.					
3	Foreign Reference	273252_8_CN101729020.pdf	23738890 9181dccc14122aa8750c3d3610f004cf7c528d98	no	23
Warnings:					
Information:					
4	Non Patent Literature	273252_8_NPL1.pdf	12348152 31607d8a91698c7d645990cf2c95611486459ca9	no	10
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			37214863		

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.

New Applications Under 35 U.S.C. 111

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.

National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371

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.

New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office

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.



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 04/02/2018 GE GLOBAL PATENT OPERATION GE VENTURES-LICENSING (ME 131278) 901 MAIN AVENUE NORWALK, CT 06851			EXAMINER GLASS, ERICK DAVID	
			ART UNIT 2837	PAPER NUMBER
			NOTIFICATION DATE 04/02/2018	DELIVERY MODE 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
gcdocket@mcagheremanuel.com

Office Action Summary	Application No. 15/799,045	Applicant(s) KING ET AL.	
	Examiner ERICK GLASS	Art Unit 2837	AIA (First Inventor to File) Status 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 2 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 _____.
 ☐ 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) 1-22 is/are pending in the application.
 5a) Of the above claim(s) _____ is/are withdrawn from consideration.

6) ☐ Claim(s) _____ is/are allowed.

7) ☐ Claim(s) _____ is/are rejected.

8) ☐ Claim(s) _____ is/are objected to.

9) ☒ Claim(s) 1-22 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 or send an inquiry to 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 _____.

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.

Restriction/Election

Species 1, Figure 1

Species 2, Figure 2

Species 3, Figure 3

Species 4, Figure 4

Species 5, Figure 5

Species 6, Figure 6

Species 7, Figure 7

The species are independent or distinct because as disclosed the different species have mutually exclusive characteristics for each identified species. In addition, these species are not obvious variants of each other based on the current record.

Applicant is required under 35 U.S.C. 121 to elect a single disclosed species, or a single grouping of patentably indistinct species, for prosecution on the merits to which the claims shall be restricted if no generic claim is finally held to be allowable.

There is a search and/or examination burden for the patentably distinct species as set forth above because at least the following reason(s) apply:

The species subsets of the drawings/figures contain species that are independent or distinct because the species disclosed have mutually exclusive characteristics for each identified species.

Applicant is advised that the reply to this requirement to be complete must include (i) an election of a species to be examined even though the requirement may be traversed (37 CFR 1.143) **and (ii) identification of the claims encompassing the elected species or grouping of patentably indistinct species**, including any claims subsequently added. An argument that a claim is allowable or that all claims are generic is considered nonresponsive unless accompanied by an election.

The election may be made with or without traverse. To preserve a right to petition, the election must be made with traverse. If the reply does not distinctly and specifically point out supposed errors in the election of species requirement, the election shall be treated as an election without traverse. Traversal must be presented at the time of election in order to be considered timely. Failure to timely traverse the requirement will result in the loss of right to petition under 37 CFR 1.144. If claims are added after the election, applicant must indicate which of these claims are readable on the elected species or grouping of patentably indistinct species.

Should applicant traverse on the ground that the species, or groupings of patentably indistinct species from which election is required, are not patentably distinct, applicant should submit evidence or identify such evidence now of record showing them to be obvious variants or clearly admit on the record that this is the case. In either instance, if the examiner finds one of the species unpatentable over the prior art, the evidence or admission may be used in a rejection under 35 U.S.C. 103 or pre-AIA 35 U.S.C. 103(a) of the other species.

Upon the allowance of a generic claim, applicant will be entitled to consideration of claims to additional species which depend from or otherwise require all the limitations of an allowable generic claim as provided by 37 CFR 1.141.

Applicant is reminded that upon the cancellation of claims to a non-elected invention, the inventorship must be corrected in compliance with 37 CFR 1.48(a) if one or more of the currently named inventors is no longer an inventor of at least one claim remaining in the application. A request to correct inventorship under 37 CFR 1.48(a) must be accompanied by an application data sheet in accordance with 37 CFR 1.76 that identifies each inventor by his or her legal name and by the processing fee required under 37 CFR 1.17(i).

The examiner has required restriction between product or apparatus claims and process claims. Where applicant elects claims directed to the product/apparatus, and all product/apparatus claims are subsequently found allowable, withdrawn process claims that include all the limitations of the allowable product/apparatus claims should be considered for rejoinder. All claims directed to a nonelected process invention must include all the limitations of an allowable product/apparatus claim for that process invention to be rejoined.

In the event of rejoinder, the requirement for restriction between the product/apparatus claims and the rejoined process claims will be withdrawn, and the rejoined process claims will be fully examined for patentability in accordance with 37 CFR 1.104. Thus, to be allowable, the rejoined claims must meet all criteria for patentability including the requirements of 35 U.S.C. 101, 102, 103 and 112. Until all

claims to the elected product/apparatus are found allowable, an otherwise proper restriction requirement between product/apparatus claims and process claims may be maintained. Withdrawn process claims that are not commensurate in scope with an allowable product/apparatus claim will not be rejoined. See MPEP § 821.04. Additionally, in order for rejoinder to occur, applicant is advised that the process claims should be amended during prosecution to require the limitations of the product/apparatus claims. **Failure to do so may result in no rejoinder.** Further, note that the prohibition against double patenting rejections of 35 U.S.C. 121 does not apply where the restriction requirement is withdrawn by the examiner before the patent issues. See MPEP § 804.01.

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



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 NUMBER	FILING OR 371(C) DATE	FIRST NAMED APPLICANT	ATTY. DOCKET NO./TITLE
15/799,045	10/31/2017	Robert Dean King	273252-8

CONFIRMATION NO. 9433

PUBLICATION NOTICE



OC000000097899245

131278
GE GLOBAL PATENT OPERATION
GE VENTURES-LICENSING (ME 131278)
901 MAIN AVENUE
NORWALK, CT 06851

Title:VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME

Publication No.US-2018-0065491-A1

Publication Date:03/08/2018

NOTICE OF PUBLICATION OF APPLICATION

The above-identified application will be electronically published as a patent application publication pursuant to 37 CFR 1.211, et seq. The patent application publication number and publication date are set forth above.

The publication may be accessed through the USPTO's publicly available Searchable Databases via the Internet at www.uspto.gov. The direct link to access the publication is currently <http://www.uspto.gov/patft/>.

The publication process established by the Office does not provide for mailing a copy of the publication to applicant. A copy of the publication may be obtained from the Office upon payment of the appropriate fee set forth in 37 CFR 1.19(a)(1). Orders for copies of patent application publications are handled by the USPTO's Public Records Division. The Public Records Division can be reached by telephone at (571) 272-3150 or (800) 972-6382, by facsimile at (571) 273-3250, by mail addressed to the United States Patent and Trademark Office, Public Records Division, Alexandria, VA 22313-1450 or via the Internet.

In addition, information on the status of the application, including the mailing date of Office actions and the dates of receipt of correspondence filed in the Office, may also be accessed via the Internet through the Patent Electronic Business Center at www.uspto.gov using the public side of the Patent Application Information and Retrieval (PAIR) system. The direct link to access this status information is currently <https://portal.uspto.gov/pair/PublicPair>. Prior to publication, such status information is confidential and may only be obtained by applicant using the private side of PAIR.

Further assistance in electronically accessing the publication, or about PAIR, is available by calling the Patent Electronic Business Center at 1-866-217-9197.

Office of Data Management, Application Assistance Unit (571) 272-4000, or (571) 272-4200, or 1-888-786-0101



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	12/06/2017
GE GLOBAL PATENT OPERATION		
GE VENTURES-LICENSING (ME 131278)		
901 MAIN AVENUE		
NORWALK, CT 06851		

EXAMINER	
----------	--

ART UNIT	PAPER NUMBER
2837	

NOTIFICATION DATE	DELIVERY MODE
12/06/2017	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



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark Office
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450
www.uspto.gov

Doc Code: TRACK1.GRANT

Decision Granting Request for Prioritized Examination (Track I or After RCE)	Application No.:15/799,045		
1. THE REQUEST FILED <u>October 31, 2017</u> IS GRANTED. The above-identified application has met the requirements for prioritized examination A. ☒ for an original nonprovisional application (Track I). B. ☐ for an application undergoing continued examination (RCE). 2. The above-identified application will undergo prioritized examination. The application will be accorded special status throughout its entire course of prosecution until one of the following occurs: A. filing a <u>petition for extension of time</u> to extend the time period for filing a reply; B. filing an <u>amendment to amend the application to contain more than four independent claims, more than thirty total claims</u>, or a multiple dependent claim; C. filing a <u>request for continued examination</u>; D. filing a notice of appeal; E. filing a request for suspension of action; F. mailing of a notice of allowance; G. mailing of a final Office action; H. completion of examination as defined in 37 CFR 41.102; or I. abandonment of the application. Telephone inquiries with regard to this decision should be directed to Vanitha Elgart at 571-272-7395. <table border="0"><tr><td>/Vanitha Elgart/ Vanitha Elgart [Signature]</td><td>Petitions Examiner, Office of Petitions (Title)</td></tr></table>		/Vanitha Elgart/ Vanitha Elgart [Signature]	Petitions Examiner, Office of Petitions (Title)
/Vanitha Elgart/ Vanitha Elgart [Signature]	Petitions Examiner, Office of Petitions (Title)		

U.S. Patent and Trademark Office
PTO-2298 (Rev. 02-2012)

Office of Petitions: Routing Sheet



Application No. 15/799,045

This application is being forwarded to your office for further processing. A decision has been rendered on a petition filed in this application, as indicated below. For details of this decision, please see the document PET.OP.DEC filed on the same date as this document.

☒ **GRANTED**

☐ **DISMISSED**

☐ **DENIED**

Office of Petitions: Decision Count Sheet

Mailing Month

Application No.

15799045



For US serial numbers: enter number only, no slashes or commas. Ex: 10123456

For PCT: enter "51+single digit of year of filing+last 5 numbers", Ex. for PCT/US05/12345, enter 51512345

Deciding Official:

ELGART, VANITHA

Count (1) - Palm Credit

15/799,045

Decision: GRANT

FINANCE WORK NEEDED

☐ Select Check Box for YES

Decision Type: 643 - Track One request



Notes:

Count (2)

Decision: n/a

FINANCE WORK NEEDED

☐ Select Check Box for YES

Decision Type: NONE

Notes:

Count (3)

Decision: n/a

FINANCE WORK NEEDED

☐ Select Check Box for YES

Decision Type: NONE

Notes:

Initials of Approving Official (if required)

If more than 3 decisions, attach
2nd count sheet & mark this box

Printed on:

Office of Petitions Internal Document - Ver. 5.0



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 NUMBER	FILING or 371(c) DATE	GRP ART UNIT	FIL FEE REC'D	ATTY DOCKET NO	TOT CLAIMS	IND CLAIMS
15/799,045	10/31/2017	2837	2180	273252-8	22	4

CONFIRMATION NO. 9433

FILING RECEIPT



0000000093758990

131278
GE GLOBAL PATENT OPERATION
GE VENTURES-LICENSING (ME 131278)
901 MAIN AVENUE
NORWALK, CT 06851

Date Mailed: 11/30/2017

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please submit a written request for a Filing Receipt Correction. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Inventor(s)

Robert Dean King, Schenectady, NY;
Zhihao Li, Rexford, NY;

Applicant(s)

General Electric Company, Schenectady, NY;

Assignment For Published Patent Application

General Electric Company, Schenectady, NY

Power of Attorney: The patent practitioners associated with Customer Number 131278

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a CON of 14/168,224 01/30/2014 PAT 9834098

Foreign Applications for which priority is claimed (You may be eligible to benefit from the **Patent Prosecution Highway** program at the USPTO. Please see <http://www.uspto.gov> for more information.) - None.

Foreign application information must be provided in an Application Data Sheet in order to constitute a claim to foreign priority. See 37 CFR 1.55 and 1.76.

Permission to Access Application via Priority Document Exchange: Yes

Permission to Access Search Results: Yes

Applicant may provide or rescind an authorization for access using Form PTO/SB/39 or Form PTO/SB/69 as appropriate.

If Required, Foreign Filing License Granted: 11/28/2017

page 1 of 3

Petitioner EX1007
Toyota v. Bunker Hill IPR2026-00250
Page 733 of 798

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 15/799,045**

Projected Publication Date: 03/08/2018

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No
Title

VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF
MANUFACTURING SAME

Preliminary Class

318

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications: No

PROTECTING YOUR INVENTION OUTSIDE THE UNITED STATES

Since the rights granted by a U.S. patent extend only throughout the territory of the United States and have no effect in a foreign country, an inventor who wishes patent protection in another country must apply for a patent in a specific country or in regional patent offices. Applicants may wish to consider the filing of an international application under the Patent Cooperation Treaty (PCT). An international (PCT) application generally has the same effect as a regular national patent application in each PCT-member country. The PCT process **simplifies** the filing of patent applications on the same invention in member countries, but **does not result** in a grant of "an international patent" and does not eliminate the need of applicants to file additional documents and fees in countries where patent protection is desired.

Almost every country has its own patent law, and a person desiring a patent in a particular country must make an application for patent in that country in accordance with its particular laws. Since the laws of many countries differ in various respects from the patent law of the United States, applicants are advised to seek guidance from specific foreign countries to ensure that patent rights are not lost prematurely.

Applicants also are advised that in the case of inventions made in the United States, the Director of the USPTO must issue a license before applicants can apply for a patent in a foreign country. The filing of a U.S. patent application serves as a request for a foreign filing license. The application's filing receipt contains further information and guidance as to the status of applicant's license for foreign filing.

Applicants may wish to consult the USPTO booklet, "General Information Concerning Patents" (specifically, the section entitled "Treaties and Foreign Patents") for more information on timeframes and deadlines for filing foreign patent applications. The guide is available either by contacting the USPTO Contact Center at 800-786-9199, or it can be viewed on the USPTO website at <http://www.uspto.gov/web/offices/pac/doc/general/index.html>.

For information on preventing theft of your intellectual property (patents, trademarks and copyrights), you may wish to consult the U.S. Government website, <http://www.stopfakes.gov>. Part of a Department of Commerce initiative, this website includes self-help "toolkits" giving innovators guidance on how to protect intellectual property in specific countries such as China, Korea and Mexico. For questions regarding patent enforcement issues, applicants may call the U.S. Government hotline at 1-866-999-HALT (1-866-999-4258).

LICENSE FOR FOREIGN FILING UNDER

Title 35, United States Code, Section 184

Title 37, Code of Federal Regulations, 5.11 & 5.15

GRANTED

The applicant has been granted a license under 35 U.S.C. 184, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" followed by a date appears on this form. Such licenses are issued in all applications where the conditions for issuance of a license have been met, regardless of whether or not a license may be required as set forth in 37 CFR 5.15. The scope and limitations of this license are set forth in 37 CFR 5.15(a) unless an earlier license has been issued under 37 CFR 5.15(b). The license is subject to revocation upon written notification. The date indicated is the effective date of the license, unless an earlier license of similar scope has been granted under 37 CFR 5.13 or 5.14.

This license is to be retained by the licensee and may be used at any time on or after the effective date thereof unless it is revoked. This license is automatically transferred to any related applications(s) filed under 37 CFR 1.53(d). This license is not retroactive.

The grant of a license does not in any way lessen the responsibility of a licensee for the security of the subject matter as imposed by any Government contract or the provisions of existing laws relating to espionage and the national security or the export of technical data. Licensees should apprise themselves of current regulations especially with respect to certain countries, of other agencies, particularly the Office of Defense Trade Controls, Department of State (with respect to Arms, Munitions and Implements of War (22 CFR 121-128)); the Bureau of Industry and Security, Department of Commerce (15 CFR parts 730-774); the Office of Foreign Assets Control, Department of Treasury (31 CFR Parts 500+) and the Department of Energy.

NOT GRANTED

No license under 35 U.S.C. 184 has been granted at this time, if the phrase "IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED" DOES NOT appear on this form. Applicant may still petition for a license under 37 CFR 5.12, if a license is desired before the expiration of 6 months from the filing date of the application. If 6 months has lapsed from the filing date of this application and the licensee has not received any indication of a secrecy order under 35 U.S.C. 181, the licensee may foreign file the application pursuant to 37 CFR 5.15(b).

SelectUSA

The United States represents the largest, most dynamic marketplace in the world and is an unparalleled location for business investment, innovation, and commercialization of new technologies. The U.S. offers tremendous resources and advantages for those who invest and manufacture goods here. Through SelectUSA, our nation works to promote and facilitate business investment. SelectUSA provides information assistance to the international investor community; serves as an ombudsman for existing and potential investors; advocates on behalf of U.S. cities, states, and regions competing for global investment; and counsels U.S. economic development organizations on investment attraction best practices. To learn more about why the United States is the best country in the world to develop technology, manufacture products, deliver services, and grow your business, visit <http://www.SelectUSA.gov> or call +1-202-482-6800.

PATENT APPLICATION FEE DETERMINATION RECORD						Application or Docket Number 15/799,045	
Substitute for Form PTO-875							
APPLICATION AS FILED - PART I							
(Column 1)		(Column 2)		SMALL ENTITY		OTHER THAN SMALL ENTITY	
FOR	NUMBER FILED	NUMBER EXTRA	RATE(\$)	FEE(\$)	OR	RATE(\$)	FEE(\$)
BASIC FEE (37 CFR 1.16(a), (b), or (c))	N/A	N/A	N/A			N/A	280
SEARCH FEE (37 CFR 1.16(k), (l), or (m))	N/A	N/A	N/A			N/A	600
EXAMINATION FEE (37 CFR 1.16(o), (p), or (q))	N/A	N/A	N/A			N/A	720
TOTAL CLAIMS (37 CFR 1.16(i))	22	minus 20 = 2			OR	x 80 =	160
INDEPENDENT CLAIMS (37 CFR 1.16(h))	4	minus 3 = 1				x 420 =	420
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).						0.00
MULTIPLE DEPENDENT CLAIM PRESENT (37 CFR 1.16(j))							0.00
			TOTAL			TOTAL	2180
* If the difference in column 1 is less than zero, enter "0" in column 2.							
APPLICATION AS AMENDED - PART II							
(Column 1)		(Column 2)		(Column 3)		SMALL ENTITY	
AMENDMENT A	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY
	Total (37 CFR 1.16(i))	Minus	**	x	=	OR	RATE(\$)
	Independent (37 CFR 1.16(h))	Minus	***	x	=	OR	ADDITIONAL FEE(\$)
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))					OR	
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))					OR	
				TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE
(Column 1)		(Column 2)		(Column 3)		SMALL ENTITY	
AMENDMENT B	CLAIMS REMAINING AFTER AMENDMENT	HIGHEST NUMBER PREVIOUSLY PAID FOR	PRESENT EXTRA	RATE(\$)	ADDITIONAL FEE(\$)	OR	OTHER THAN SMALL ENTITY
	Total (37 CFR 1.16(i))	Minus	**	x	=	OR	RATE(\$)
	Independent (37 CFR 1.16(h))	Minus	***	x	=	OR	ADDITIONAL FEE(\$)
	Application Size Fee (37 CFR 1.16(s))					OR	
	FIRST PRESENTATION OF MULTIPLE DEPENDENT CLAIM (37 CFR 1.16(j))					OR	
				TOTAL ADD'L FEE		OR	TOTAL ADD'L FEE
* If the entry in column 1 is less than the entry in column 2, write "0" in column 3. ** If the "Highest Number Previously Paid For" IN THIS SPACE is less than 20, enter "20". *** 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 found in the appropriate box in column 1.							

**CERTIFICATION AND REQUEST FOR PRIORITIZED EXAMINATION
UNDER 37 CFR 1.102(e) (Page 1 of 1)**

First Named Inventor:	Robert Dean King	Nonprovisional Application Number (if known):	
Title of Invention:	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		

APPLICANT HEREBY CERTIFIES THE FOLLOWING AND REQUESTS PRIORITIZED EXAMINATION FOR THE ABOVE-IDENTIFIED APPLICATION.

1. The processing fee set forth in 37 CFR 1.17(i)(1) and the prioritized examination fee set forth in 37 CFR 1.17(c) have been filed with the request. The publication fee requirement is met because that fee, set forth in 37 CFR 1.18(d), is currently \$0. The basic filing fee, search fee, and examination fee are filed with the request or have been already been paid. I understand that any required excess claims fees or application size fee must be paid for the application.
2. I understand that the application may not contain, or be amended to contain, more than four independent claims, more than thirty total claims, or any multiple dependent claims, and that any request for an extension of time will cause an outstanding Track I request to be dismissed.
3. The applicable box is checked below:

I. ☒ Original Application (Track One) - Prioritized Examination under § 1.102(e)(1)

- i. (a) The application is an original nonprovisional utility application filed under 35 U.S.C. 111(a). This certification and request is being filed with the utility application via EFS-Web.
---OR---
(b) The application is an original nonprovisional plant application filed under 35 U.S.C. 111(a). This certification and request is being filed with the plant application in paper.
- ii. An executed inventor's oath or declaration under 37 CFR 1.63 or 37 CFR 1.64 for each inventor, or the application data sheet meeting the conditions specified in 37 CFR 1.53(f)(3)(i) is filed with the application.

II. ☐ Request for Continued Examination - Prioritized Examination under § 1.102(e)(2)

- i. A request for continued examination has been filed with, or prior to, this form.
- ii. If the application is a utility application, this certification and request is being filed via EFS-Web.
- iii. The application is an original nonprovisional utility application filed under 35 U.S.C. 111(a), or is a national stage entry under 35 U.S.C. 371.
- iv. This certification and request is being filed prior to the mailing of a first Office action responsive to the request for continued examination.
- v. No prior request for continued examination has been granted prioritized examination status under 37 CFR 1.102(e)(2).

Signature /Craig M. Drachtman/	Date October 31, 2017
Name (Print/Typed) Craig M. Drachtman	Practitioner Registration Number 73,016
Note: This form must be signed in accordance with 37 CFR 1.33. See 37 CFR 1.4(d) for signature requirements and certifications. Submit multiple forms if more than one signature is required.*	
☒ *Total of <u>1</u> forms are submitted.	

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 disclosure of these records is required by the Freedom of Information Act.
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 inspection 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.

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	273252-8
		Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		
The application data sheet is part of the provisional or nonprovisional application for which it is being submitted. The following form contains the bibliographic data arranged in a format specified by the United States Patent and Trademark Office as outlined in 37 CFR 1.76. This document may be completed electronically and submitted to the Office in electronic format using the Electronic Filing System (EFS) or the document may be printed and included in a paper filed application.			

Secrecy Order 37 CFR 5.2:

☐	Portions or all of the application associated with this Application Data Sheet may fall under a Secrecy Order pursuant to 37 CFR 5.2 (Paper filers only. Applications that fall under Secrecy Order may not be filed electronically.)
--------------------------	---

Inventor Information:

Inventor	1				Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Robert	Dean	King		
Residence Information (Select One) • US Residency Non US Residency Active US Military Service					
City	Schenectady	State/Province	NY	Country of Residence	US
Mailing Address of Inventor:					
Address 1	1 Research Circle				
Address 2					
City	Niskayuna	State/Province	NY		
Postal Code	12309	Country	US		
Inventor	2				Remove
Legal Name					
Prefix	Given Name	Middle Name	Family Name	Suffix	
	Zhihao		Li		
Residence Information (Select One) • US Residency Non US Residency Active US Military Service					
City	Rexford	State/Province	NY	Country of Residence	US
Mailing Address of Inventor:					
Address 1	1 Research Circle				
Address 2					
City	Niskayuna	State/Province	NY		
Postal Code	12309	Country	US		
All Inventors Must Be Listed - Additional Inventor Information blocks may be generated within this form by selecting the Add button.					
Add					

Correspondence Information:

Enter either Customer Number or complete the Correspondence Information section below.
For further information see 37 CFR 1.33(a).

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	273252-8
		Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		

☐ An Address is being provided for the correspondence information of this application.

Customer Number	131278		
Email Address		Add Email	Remove Email

Application Information:

Title of the Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		
Attorney Docket Number	273252-8	Small Entity Status Claimed	☐
Application Type	Nonprovisional		
Subject Matter	Utility		
Total Number of Drawing Sheets (if any)		Suggested Figure for Publication (if any)	

Filing By Reference:

Only complete this section when filing an application by reference under 35 U.S.C. 111(c) and 37 CFR 1.57(a). Do not complete this section if application papers including a specification and any drawings are being filed. Any domestic benefit or foreign priority information must be provided in the appropriate section(s) below (i.e., "Domestic Benefit/National Stage Information" and "Foreign Priority Information").

For the purposes of a filing date under 37 CFR 1.53(b), the description and any drawings of the present application are replaced by this reference to the previously filed application, subject to conditions and requirements of 37 CFR 1.57(a).

Application number of the previously filed application	Filing date (YYYY-MM-DD)	Intellectual Property Authority or Country

Publication Information:
☐ Request Early Publication (Fee required at time of Request 37 CFR 1.219)

Request Not to Publish. I hereby request that the attached application not be published under 35 U.S.C. 122(b) and certify that the invention disclosed in the attached application **has not and will not** be the subject of an application filed in another country, or under a multilateral international agreement, that requires publication at eighteen months after filing.

Representative Information:

Representative information should be provided for all practitioners having a power of attorney in the application. Providing this information in the Application Data Sheet does not constitute a power of attorney in the application (see 37 CFR 1.32). Either enter Customer Number or complete the Representative Name section below. If both sections are completed the customer Number will be used for the Representative Information during processing.

Please Select One:	☒ Customer Number	☐ US Patent Practitioner	☐ Limited Recognition (37 CFR 11.9)
Customer Number	131278		

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	273252-8
		Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		

Domestic Benefit/National Stage Information:

This section allows for the applicant to either claim benefit under 35 U.S.C. 119(e), 120, 121, 365(c), or 386(c) or indicate National Stage entry from a PCT application. Providing benefit claim information in the Application Data Sheet constitutes the specific reference required by 35 U.S.C. 119(e) or 120, and 37 CFR 1.78.

When referring to the current application, please leave the "Application Number" field blank.

Prior Application Status		Remove	
Application Number	Continuity Type	Prior Application Number	Filing or 371(c) Date (YYYY-MM-DD)
	Continuation of	14168224	2014-01-30
Additional Domestic Benefit/National Stage Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Foreign Priority Information:

This section allows for the applicant to claim priority to a foreign application. Providing this information in the application data sheet constitutes the claim for priority as required by 35 U.S.C. 119(b) and 37 CFR 1.55. When priority is claimed to a foreign application that is eligible for retrieval under the priority document exchange program (PDX)ⁱ the information will be used by the Office to automatically attempt retrieval pursuant to 37 CFR 1.55(i)(1) and (2). Under the PDX program, applicant bears the ultimate responsibility for ensuring that a copy of the foreign application is received by the Office from the participating foreign intellectual property office, or a certified copy of the foreign priority application is filed, within the time period specified in 37 CFR 1.55(g)(1).

Application Number	Country ⁱ	Filing Date (YYYY-MM-DD)	Remove
			Access Code ^j (if applicable)
Additional Foreign Priority Data may be generated within this form by selecting the Add button.			Add

Statement under 37 CFR 1.55 or 1.78 for AIA (First Inventor to File) Transition Applications

This application (1) claims priority to or the benefit of an application filed before March 16, 2013 and (2) also contains, or contained at any time, a claim to a claimed invention that has an effective filing date on or after March 16, 2013. ☐ NOTE: By providing this statement under 37 CFR 1.55 or 1.78, this application, with a filing date on or after March 16, 2013, will be examined under the first inventor to file provisions of the AIA.
--

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	273252-8
		Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		

Authorization or Opt-Out of Authorization to Permit Access:

When this Application Data Sheet is properly signed and filed with the application, applicant has provided written authority to permit a participating foreign intellectual property (IP) office access to the instant application-as-filed (see paragraph A in subsection 1 below) and the European Patent Office (EPO) access to any search results from the instant application (see paragraph B in subsection 1 below).

Should applicant choose not to provide an authorization identified in subsection 1 below, applicant **must opt-out** of the authorization by checking the corresponding box A or B or both in subsection 2 below.

NOTE: This section of the Application Data Sheet is **ONLY** reviewed and processed with the **INITIAL** filing of an application. After the initial filing of an application, an Application Data Sheet cannot be used to provide or rescind authorization for access by a foreign IP office(s). Instead, Form PTO/SB/39 or PTO/SB/69 must be used as appropriate.

1. Authorization to Permit Access by a Foreign Intellectual Property Office(s)

A. Priority Document Exchange (PDX) - Unless box A in subsection 2 (opt-out of authorization) is checked, the undersigned hereby **grants the USPTO authority** to provide the European Patent Office (EPO), the Japan Patent Office (JPO), the Korean Intellectual Property Office (KIPO), the State Intellectual Property Office of the People's Republic of China (SIPO), the World Intellectual Property Organization (WIPO), and any other foreign intellectual property office participating with the USPTO in a bilateral or multilateral priority document exchange agreement in which a foreign application claiming priority to the instant patent application is filed, access to: (1) the instant patent application-as-filed and its related bibliographic data, (2) any foreign or domestic application to which priority or benefit is claimed by the instant application and its related bibliographic data, and (3) the date of filing of this Authorization. See 37 CFR 1.14(h)(1).

B. Search Results from U.S. Application to EPO - Unless box B in subsection 2 (opt-out of authorization) is checked, the undersigned hereby **grants the USPTO authority** to provide the EPO access to the bibliographic data and search results from the instant patent application when a European patent application claiming priority to the instant patent application is filed. See 37 CFR 1.14(h)(2).

The applicant is reminded that the EPO's Rule 141(1) EPC (European Patent Convention) requires applicants to submit a copy of search results from the instant application without delay in a European patent application that claims priority to the instant application.

2. Opt-Out of Authorizations to Permit Access by a Foreign Intellectual Property Office(s)

☐ **A. Applicant DOES NOT** authorize the USPTO to permit a participating foreign IP office access to the instant application-as-filed. If this box is checked, the USPTO will not be providing a participating foreign IP office with any documents and information identified in subsection 1A above.

☐ **B. Applicant DOES NOT** authorize the USPTO to transmit to the EPO any search results from the instant patent application. If this box is checked, the USPTO will not be providing the EPO with search results from the instant application.

NOTE: Once the application has published or is otherwise publicly available, the USPTO may provide access to the application in accordance with 37 CFR 1.14.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76	Attorney Docket Number	273252-8
	Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME	

Applicant Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.			
Applicant	1	Remove	
If the applicant is the inventor (or the remaining joint inventor or inventors under 37 CFR 1.45), this section should not be completed. The information to be provided in this section is the name and address of the legal representative who is the applicant under 37 CFR 1.43; or the name and address of the assignee, person to whom the inventor is under an obligation to assign the invention, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest in the matter who is the applicant under 37 CFR 1.46. If the applicant is an applicant under 37 CFR 1.46 (assignee, person to whom the inventor is obligated to assign, or person who otherwise shows sufficient proprietary interest) together with one or more joint inventors, then the joint inventor or inventors who are also the applicant should be identified in this section.			
Clear			
☒ Assignee	Legal Representative under 35 U.S.C. 117		Joint Inventor
Person to whom the inventor is obligated to assign.		Person who shows sufficient proprietary interest	
If applicant is the legal representative, indicate the authority to file the patent application, the inventor is:			
Name of the Deceased or Legally Incapacitated Inventor:			
If the Applicant is an Organization check here. ☒			
Organization Name	General Electric Company		
Mailing Address Information For Applicant:			
Address 1	1 River Road		
Address 2			
City	Schenectady	State/Province	NY
Country	US	Postal Code	12345
Phone Number		Fax Number	
Email Address			
Additional Applicant Data may be generated within this form by selecting the Add button. Add			

Assignee Information including Non-Applicant Assignee Information:

Providing assignment information in this section does not substitute for compliance with any requirement of part 3 of Title 37 of CFR to have an assignment recorded by the Office.

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	273252-8
		Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		

Assignee 1			
Complete this section if assignee information, including non-applicant assignee information, is desired to be included on the patent application publication. An assignee-applicant identified in the "Applicant Information" section will appear on the patent application publication as an applicant. For an assignee-applicant, complete this section only if identification as an assignee is also desired on the patent application publication.			
Remove			
If the Assignee or Non-Applicant Assignee is an Organization check here. ☒			
Organization Name	General Electric Company		
Mailing Address Information For Assignee including Non-Applicant Assignee:			
Address 1	1 River Road		
Address 2			
City	Schenectady	State/Province	NY
Country	US	Postal Code	12345
Phone Number		Fax Number	
Email Address			
Additional Assignee or Non-Applicant Assignee Data may be generated within this form by selecting the Add button. Add			

Signature:[Remove](#)

NOTE: This Application Data Sheet must be signed in accordance with 37 CFR 1.33(b). However, if this Application Data Sheet is submitted with the **INITIAL** filing of the application and either box A or B is **not** checked in subsection 2 of the "Authorization or Opt-Out of Authorization to Permit Access" section, then this form must also be signed in accordance with 37 CFR 1.14(c).

This Application Data Sheet **must** be signed by a patent practitioner if one or more of the applicants is a **juristic entity** (e.g., corporation or association). If the applicant is two or more joint inventors, this form must be signed by a patent practitioner, **all** joint inventors who are the applicant, or one or more joint inventor-applicants who have been given power of attorney (e.g., see USPTO Form PTO/AIA/81) on behalf of **all** joint inventor-applicants.

See 37 CFR 1.4(d) for the manner of making signatures and certifications.

Signature	/Craig M. Drachtman/		Date (YYYY-MM-DD)	2017-10-31	
First Name	Craig	Last Name	Drachtman	Registration Number	73016
Additional Signature may be generated within this form by selecting the Add button. Add					

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.

Application Data Sheet 37 CFR 1.76		Attorney Docket Number	273252-8
		Application Number	
Title of Invention	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		

This collection of information is required by 37 CFR 1.76. 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 23 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application data sheet 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.

**VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND
METHOD OF MANUFACTURING SAME**

BACKGROUND OF THE INVENTION

[0001] Embodiments of the invention relate generally to electric drive systems including hybrid and electric vehicles and, more particularly, to transferring energy between one or more energy storage devices and multiple electromechanical devices of the vehicle using a multi-channel DC bus.

[0002] Purely electric vehicles use stored electrical energy to power an electric motor, which propels the vehicle and may also operate auxiliary drives. Purely electric vehicles may use one or more sources of stored electrical energy. For example, a first source of stored electrical energy may be used to provide longer-lasting energy while a second source of stored electrical energy may be used to provide higher-power energy for, for example, acceleration.

[0003] Hybrid electric vehicles may combine an internal combustion engine and an electric motor powered by an energy storage device, such as a traction battery, to propel the vehicle. Such a combination may increase overall fuel efficiency by enabling the combustion engine and the electric motor to each operate in respective ranges of increased efficiency. Electric motors, for example, may be efficient at accelerating from a standing start, while combustion engines may be efficient during sustained periods of constant engine operation, such as in highway driving. Having an electric motor to boost initial acceleration allows combustion engines in hybrid vehicles to be smaller and more fuel efficient.

[0004] While propulsion system configurations for purely electric vehicles and hybrid electric vehicles have been developed to include multiple sources of electrical energy to increase energy or power density and multiple power sources to achieve desired propulsive output, incorporating these energy storage and power sources into a propulsion system increases the overall size, weight, and cost of the system. Further, the limitations imposed by configuring a propulsion system to operate with multiple power sources in combination with one or more energy storage sources reduces the

operating efficiency and fuel economy of the individual components of the propulsion system in addition to reducing the overall system efficiency.

[0005] Therefore, it would be desirable to provide an electric and/or hybrid electric propulsion system that incorporates multiple electromechanical devices and one or more energy storage systems in a manner that improves overall system efficiency and permits the individual components of the propulsion system to be operated independently to improve the individual operating efficiencies thereof.

BRIEF DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0006] According to one aspect of the invention, an apparatus includes a multi-channel DC bus assembly comprising a first channel and a second channel, a first electromechanical device coupled to a positive DC link of the first channel, and a second electromechanical device coupled to a positive DC link of the second channel. A first DC-to-AC voltage inverter is coupled to the positive DC link of the first channel and a second DC-to-AC voltage inverter is coupled to the positive DC link of the second channel. The apparatus further includes a bi-directional voltage modification assembly coupled to the positive DC link of the second channel and a first energy storage system electrically coupled to the first electromechanical device.

[0007] In accordance with another aspect of the invention, a method of fabricating a propulsion system includes coupling a first DC-to-AC voltage inverter to a first voltage bus, coupling a first electromechanical device to the first DC-to-AC voltage inverter, and coupling a second DC-to-AC voltage inverter to a second voltage bus. The method also includes coupling a second electromechanical device to the second DC-to-AC voltage inverter, coupling a bi-directional DC-DC voltage converter to the second voltage bus, coupling a first energy storage system to the bi-directional DC-DC voltage converter, and programming a controller to control switching of the bi-directional DC-DC voltage converter to boost a voltage of the first energy storage system to a boosted voltage different from a voltage of the first voltage bus.

[0008] In accordance with yet another aspect of the invention, a vehicle propulsion system includes a DC bus assembly having a first DC bus and a second DC bus. The vehicle propulsion system also includes a first bi-directional DC-to-DC voltage converter coupled to the first DC bus, a high specific-power energy storage device coupled to a low voltage side of the first bi-directional DC-to-DC voltage converter, a first electromechanical device coupled to the first DC bus through a first DC-to-AC voltage converter, and a second electromechanical device coupled to the second DC bus through a second DC-to-AC voltage converter. A controller is programmed to control the first bi-directional DC-to-DC voltage converter to boost a voltage of the first

electromechanical device to a boosted voltage and supply the boosted voltage to the first DC bus, the boosted voltage different than a voltage of the second DC bus.

[0009] In accordance with yet another aspect of the invention, a vehicle propulsion system includes a first electromechanical device coupled to a positive DC link of a first DC bus, an auxiliary load coupled to an output of the first electromechanical device and a first DC-to-AC voltage inverter coupled to the positive DC link of the first DC bus. A second electromechanical device is coupled to a positive DC link of a second DC bus and a transmission is coupled to an output of the second electromechanical device. The vehicle propulsion system also includes a second DC-to-AC voltage inverter coupled to the positive DC link of the second DC bus, an energy storage system electrically coupled to the positive DC link of the second DC bus, and a bi-directional voltage modification assembly coupled to the positive DC link of the second DC bus and configured to boost a voltage of the first energy storage system to a voltage different from a voltage of the first DC bus.

[0010] Various other features and advantages will be made apparent from the following detailed description and the drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0011] The drawings illustrate embodiments presently contemplated for carrying out the invention.

[0012] In the drawings:

[0013] FIG. 1 is a schematic diagram of a propulsion system according to an embodiment of the invention.

[0014] FIG. 2 is a schematic diagram of a propulsion system that includes an auxiliary load according to an embodiment of the invention.

[0015] FIG. 3 is a schematic diagram of a propulsion system that includes an auxiliary load according to another embodiment of the invention.

[0016] FIG. 4 is a schematic diagram of a propulsion system according to another embodiment of the invention.

[0017] FIG. 5 is a schematic diagram of a propulsion system according to yet another embodiment of the invention.

[0018] FIG. 6 is a schematic diagram of a propulsion system according to yet another embodiment of the invention.

[0019] FIG. 7 is a schematic diagram of a propulsion system according to yet another embodiment of the invention.

DETAILED DESCRIPTION

[0020] FIG. 1 is a schematic diagram of a propulsion system 10 according to an embodiment of the invention. As described in detail below, propulsion system 10 may be configured in a pure electric (EV) propulsion system arrangement that splits power output between two or more electromechanical devices or as a hybrid (HEV) propulsion system that includes an internal combustion engine in addition to multiple electromechanical devices. In either an EV or HEV embodiment, the electromechanical devices are provided on independent channels of a multi-channel DC bus, permitting flexibility in the sizing and operation of the multiple electromechanical devices and increasing the operating efficiency of the electromechanical devices and overall propulsion system.

[0021] According to various embodiments, propulsion system 10 is configured to be incorporated into various types of vehicles including, but not limited to, automobiles, busses, trucks, tractors, mining equipment, marine craft, and off-road vehicles, including material transport vehicles or personal carrier vehicles, capable of operation both on the surface and underground such as in mining operations, or other type of electrical apparatus such as, for example, a crane, elevator, or lift, as non-limiting examples.

[0022] Propulsion system 10 includes an energy storage system 12 and a multi-channel DC bus arrangement having at least two or more independent DC bus channels. In the embodiment illustrated in FIG. 1, the multi-channel DC bus arrangement includes two channels: an A channel 14 comprising an A channel DC bus 16 having an A channel positive DC link 18 and a B channel 20 comprising a B channel DC bus 22 having a B channel positive DC link 24. Energy storage system 12 includes a positive terminal 26 and a negative terminal 28. In one embodiment, energy storage system 12 is a high-voltage or high-power energy storage device and may be a battery, a flywheel system, fuel cell, an ultracapacitor, or a combination of ultracapacitors, fuel cells, and/or batteries, as examples. A positive terminal 26 of energy storage system 12 is coupled to a first bi-directional DC-DC voltage converter assembly 30. In one embodiment, positive terminal 26 of energy storage system 12 is also coupled to an optional second

bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32 (shown in phantom). As shown, first bi-directional DC-DC voltage converter 30 is coupled to the B channel positive DC link 24 whereas second bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32 is coupled to the A channel positive DC link 18. According to one embodiment, energy storage system 12 is sized such that second bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32 may be omitted from A channel 14 resulting in a propulsion system 10 that includes fewer parts and less weight than a system that includes a respective DC-DC voltage converter on each channel of the multi-channel DC bus assembly.

[0023] Both first bi-directional DC-DC voltage converter 30 and second bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32, when used, are configured to convert one DC voltage to another DC voltage either by bucking or boosting the DC voltage. Each bi-directional DC-to-DC voltage converter 30, 32 includes an inductor 34 coupled to a pair of switches 36, 38 and coupled to a pair of diodes 40, 42. Each switch 36, 38 is coupled to a respective diode 40, 42, and each switch/diode pair forms a respective half phase module 44, 46. Switches 36, 38 are shown, for illustrative purposes, as insulated gate bipolar transistors (IGBTs). However, embodiments of the invention are not limited to IGBTs. Any appropriate electronic switch can be used, such as, for example, metal oxide semiconductor field effect transistors (MOSFETs), silicon carbide (SiC) MOSFETs, Gallium nitride (GaN) devices, bipolar junction transistors (BJTs), and metal oxide semiconductor controlled thyristors (MCTs).

[0024] The A channel 14 and B channel 20 also include respective DC-to-AC voltage inverters 48, 50, each of which includes six half phase modules 52, 54, 56, 58, 60, and 62 that are paired to form three phases 64, 66, 68. Each phase 64, 66, 68 is coupled between a pair of conductors of its respective DC bus 22, 16. Specifically, each phase 64, 66, 68 of DC-to-AC voltage inverter 48 is coupled between A channel positive DC link 18 and an A channel negative DC link 70 of A channel DC bus 16 and each phase 64, 66, 68 of DC-to-AC voltage inverter 50 is coupled between B channel positive DC link 24 and a B channel negative DC link 72 of B channel DC bus 22.

[0025] An electromechanical device 74 is coupled to DC-to-AC voltage inverter 48 on A channel 14. Electromechanical device 74 includes a plurality of windings 76, 78, 80 coupled to respective phases 64-68 of DC-to-AC voltage inverter 48. Propulsion system 10 also includes an electromechanical device 82 coupled to DC-to-AC voltage inverter 50 on the B channel 20. As shown, electromechanical device 82 includes a plurality of windings 84, 86, 88 coupled to respective phases 64-68 of DC-to-AC voltage inverter 50. In one embodiment, electromechanical device 82 is a traction motor and electromechanical device 74 is either an alternator or a traction motor. Although the propulsion system 10 illustrated in FIG. 1 includes three-phase inverters 48, 50 and three-phase electromechanical devices 74, 84, it is contemplated that propulsion system 10 may utilize any number of phases in alternative embodiments.

[0026] According to one embodiment, electromechanical device 82 and associated DC-to-AC voltage inverter 50 are sized to provide and accept high power levels and operate at higher speeds than electromechanical device 74 and associated DC-to-AC voltage inverter 48. To minimize system losses, especially during high speed, high power operation, the DC link voltage of B channel 20 may be decoupled from the voltage of energy storage system 12 and may be controlled to be at a higher voltage than the DC link voltage of A channel 14. As one non-limiting example, electromechanical device 74 may be designed for a DC link voltage of approximately 400 V, with DC-to-AC voltage inverter 48 having switching devices rated for approximately 650 V, while electromechanical device 82 is designed to operate at a boosted DC link voltage of approximately 630 V, with DC-to-AC voltage inverter 50 having switching devices rated for 900 V or 1200 V or possibly higher voltage of 1800 V. In addition, because the DC link voltage of the B channel is decoupled from the DC link voltage of the A channel, the operation of DC-to-AC voltage inverter 48 and excitation of electromechanical device 74 may further be optimized to achieve desired operating characteristics.

[0027] Propulsion system 10 also includes a transmission 90 coupled to the outputs of electromechanical device 74 and electromechanical device 82. Transmission 90 is constructed as a gear assembly, belt assembly, or combination thereof according to

various embodiments. According to one embodiment, transmission 90 is configured as an electrically variable transmission (EVT) that couples the outputs of electromechanical devices 74, 82 through an arrangement of planetary gears and clutches (not shown). In operation, electromechanical devices 74, 82 may be operated over a wide range of bi-directional speed, torque, and power commands to minimize power loss and maintain a high degree of overall system efficiency while operating in either a charge depleting (CD) or charge sustaining (CS) mode of operation.

[0028] The output of transmission 90 is coupled to one or more driving wheels or axles 92 of a vehicle (not shown) through a gear assembly 94, which may include a differential. Depending on how the clutches of transmission 90 are configured, electromechanical device 82 may be coupled to gear assembly 94 through transmission 90 or may be directly coupled to gear assembly 94 such that the output of electromechanical device 82 bypasses transmission 90.

[0029] Propulsion system 10 also includes a controller 96 operably coupled to half phase modules 44, 46 of bi-directional DC-DC voltage converters 30, 32 by control lines 98. Through appropriate control of switches 36, 38 of voltage converters 30, 32, controller 96 is configured to boost a voltage of energy storage system 12 to a higher voltage and to supply the higher voltage to A channel DC bus 16. Likewise, controller 96 is configured to control switching of bi-directional DC-DC voltage converter 32 to boost the voltage of energy storage system 12 to a higher voltage and to supply the higher voltage to B channel DC bus 22. In some modes of operation, DC bus 22 may operate at a higher voltage than DC bus 16. In other modes, DC bus 16 and DC bus 22 may be operated at the same voltage. Controller 96 is also configured to control switches 36, 38 of respective voltage converters 30, 32 to buck a voltage of A channel DC bus 16 and B channel DC bus 22 and to supply the bucked voltages to energy storage system 12.

[0030] Controller 96 is also coupled to half phase modules 52-62 of inverters 48, 50 by control lines 100. Controller 96, through appropriate control of half phase modules 52-62 in a motoring mode, is configured to control inverters 48, 50 to convert the DC

voltage or current on respective DC buses 16, 22 to an AC voltage or current for supply to windings 74-80, 84-88 of respective electromechanical devices 74, 82. In a regenerative mode, controller 96 is configured to control half phase modules 52-62 to invert an AC voltage or current received by respective inverters 48, 50 from its corresponding electromechanical device 74, 82 into a DC voltage or current to supply to A channel DC bus 16 or B channel DC bus 22.

[0031] In operation, controller 96 receives feedback from a number of sensors provided within propulsion system 10 via control lines 102. For example, voltage sensors 104, 106 may be provided on the A channel DC bus 16 and the B channel DC bus 22, respectively, to allow controller 96 to monitor the bus voltage of the A and B channels 14, 20. As one skilled in the art will recognize, additional voltage and/or current sensors may be provided throughout propulsion system 10 to permit controller 96 to monitor other operating conditions, such as, for example, the charging voltage of energy storage system 12. In addition, one skilled in the art will recognize that controller 96 may receive feedback from and/or transmit control commands to other components within propulsion system 10, such as, for example, internal combustion engine 108.

[0032] According to one embodiment propulsion system 10 is configured as a pure electric vehicle (EV) propulsion system. Alternatively, propulsion system 10 is configured in a hybrid electric vehicle (HEV) propulsion system and also includes an internal combustion engine 108 (shown in phantom) coupled to transmission 90. According to various embodiments, internal combustion engine 108 may be an internal combustion gasoline engine, an internal combustion diesel engine, an internal combustion engine fueled by natural gas, an external combustion engine, or a gas turbine engine, as examples.

[0033] Referring now to FIG. 2, a dual-channel propulsion system 110 is illustrated according to an alternative embodiment that includes a vehicle accessory load or auxiliary load 112. Elements and components common to propulsion system 10 and propulsion system 110 are referred to herein with similar part numbering. Similar to

propulsion system 10, propulsion system 110 includes an electromechanical device 82 coupled to the B channel 20 through DC-to-AC voltage inverter 50. Propulsion system 110 also includes a bi-directional DC-DC voltage converter 30 configured to selectively boost a voltage of energy storage system 12 to a bus voltage of B channel DC bus 22 during a motoring mode and buck a voltage B channel DC bus 22 to a voltage of energy storage system 12 during a regenerative or recharging mode.

[0034] In addition to B channel 20, the dual-channel DC bus assembly of propulsion system 110 includes a second channel or C channel 114 that is connected to an auxiliary load 112 through a DC-to-AC voltage inverter 116, which like DC-to-AC voltage inverter 50, includes six half phase modules 118, 120, 122, 124, 126, 128 paired to form respective phases 130, 132, 134. As illustrated in FIG. 2, C channel 114 includes a C channel DC bus 136 having a C channel positive DC link 138 coupled to the positive terminal 26 of energy storage system 12 through an optional DC-DC converter 142 (shown in phantom) and a C channel negative DC bus 140 coupled to the negative terminal 28 of energy storage system 12.

[0035] In one embodiment, energy storage system 12 is sized such that positive terminal 26 of energy storage system 12 may be directly coupled to C channel DC bus 136. Alternatively, an optional bi-directional DC-DC voltage converter 142 (shown in phantom), similar to bi-directional DC-DC voltage converter 30 (FIG. 1), is coupled to the C channel DC bus 136.

[0036] The auxiliary load 112 of propulsion system 110 is coupled to an electromechanical device 144 having a plurality of windings 146, 148, 150, which are coupled to respective phases 130, 132, 134 of DC-to-AC voltage inverter 116. Auxiliary load may be a pump, heater, cooling fan, electrically powered air conditioning unit a pneumatic or other fluid compressor unit, as non-limiting examples. In a direct-drive embodiment, electromechanical device 144 is directly coupled to auxiliary load 112. In alternative embodiments including a gear or belt-driven device such as, for example, a high speed motor running a pump, electromechanical device 144 may be

coupled to auxiliary load 112 via an optional gear or belt assembly component 152 (shown in phantom).

[0037] Optionally, propulsion system 110 may include one or more electrical auxiliary loads 154 (shown in phantom) coupled to the C channel positive and negative DC links 138, 140. According to an exemplary embodiment, electrical auxiliary load(s) 154 may include high-power electrical loads such as, for example, resistive heating elements.

[0038] Propulsion system 10 (FIG. 1) and propulsion system 110 (FIG. 2) are described above as including two channels, an A channel 14 and B channel 20 both coupled to a transmission 90 in the case of propulsion system 10 and an A channel 14 coupled to a transmission 90 and a C channel 114 coupled to an auxiliary load 112 in the case of propulsion system 110. Alternative embodiments may include more than two DC bus channels, with two or more channels coupled to the vehicle transmission and one or more DC bus channels coupled to auxiliary loads. As one example, the propulsion system 156 of FIG. 3 includes A channel 14 and B channel 20 coupled to transmission 90 via respective electromechanical devices 74, 82 and C channel 114 coupled to auxiliary load 112 via electromechanical device 144. In the embodiment shown, the positive DC links 18, 24, 138 of each channel are coupled to the positive terminal 26 of energy storage system 12. As described with respect to FIGS. 1 and 2, bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32 of A channel 14 and/or bi-directional DC-DC voltage converter 142 of C channel DC bus 136 are optional components and may be omitted based on the sizing of energy storage system 12.

[0039] FIG. 4 is a schematic diagram of a propulsion system 158 according to another embodiment of the invention. Elements and components common to propulsion systems 10 and 158 will be discussed relative to the same reference numbers as appropriate. In addition to the components common with propulsion system 10, propulsion system 158 differs from propulsion system 10 in that it includes a first energy storage system 160 and a second energy storage system 162 instead of the single energy storage system 12 of FIG. 1.

[0040] As shown in FIG. 4, first and second energy storage systems 160, 162 are connected by a common negative DC link 164 coupled to the respective negative terminals 166, 168 of the energy storage systems 160, 162. The positive terminal 170 of first energy storage system 160 is coupled to the A channel positive DC link 18 through DC-DC converter 32 and the positive terminal 172 of second energy storage system 162 is coupled to the B channel positive DC link 24 through DC-DC converter 30.

[0041] According to one embodiment, first energy storage system 160 is a high specific-power energy storage device and second energy storage system 162 is a high specific-energy storage device. First energy storage system 160 may be, for example, an ultracapacitor having multiple capacitor cells coupled to one another, where the capacitor cells may each have a capacitance that is greater than approximately 500 Farads. Alternatively, first energy storage system 160 may be a high power battery having a specific-power of approximately 350 W/kg or greater or a combination of one or more ultracapacitors and batteries. In embodiments where first energy storage system 160 is an ultracapacitor, first bi-directional DC-DC voltage converter 32 is included on the A channel 14. Alternatively, where first energy storage system 160 is a battery, optional first bi-directional DC-DC voltage converter 32 (shown in phantom) may optionally be omitted based on the sizing of first energy storage system 160.

[0042] Second energy storage system 162 has a relatively low specific power as compared with first energy storage system 160. As used herein, low specific power describes an energy storage device demonstrated to achieve a specific power on the order of approximately 200 W/kg or lower. According to various embodiments, second energy storage system 162 may be, for example, a high specific energy battery or high energy density battery. The term energy battery used herein describes a high specific energy battery or high energy density battery demonstrated to achieve an energy density on the order of 100 W-hr/kg or greater (e.g., a Li-ion, sodium-metal halide, sodium nickel chloride, sodium-sulfur, Li-Air, or zinc-air battery).

[0043] In one embodiment, second energy storage system 162 has a relatively high resistivity and impedance as compared with first energy storage system 160. In another

embodiment, the relatively low specific power of second energy storage system 162 may be due to an imbalance of the individual battery cells comprising the energy storage system. In one embodiment, second energy storage system 162 is a low-cost lithium ion battery. Alternatively, second energy storage system 162 may be a sodium metal halide battery, a sodium sulfur battery, a nickel metal halide battery, a Zinc-air battery, a lead acid battery, and the like.

[0044] In embodiments where first energy storage system 160 is configured as a power battery, propulsion system 158 may be incorporated into a transit bus, as an example. In yet another embodiment, first and second energy storage systems 160, 162 are both configured as high specific-energy storage devices.

[0045] By configuring propulsion system 158 with a separate energy storage system for each channel of the multi-channel DC bus assembly (e.g., first energy storage system 160 for the A channel 14 and second energy storage system 162 for the B channel 20), the energy storage systems 160, 162 may be individually sized for its respective channel to minimize the size, weight, and cost of the overall propulsion system 158 and account for the differing roles that the electromechanical devices 74, 82 may play in the propulsion system 158. For example, electromechanical device 74 may be operated to provide high power during acceleration periods whereas electromechanical device 82 may be operated to provide a longer-lasting power to the vehicle to increase a traveling distance thereof. Accordingly, because the peak power of the A channel 14 may be two or more times greater than the peak power of B channel 20, the first and second energy storage systems 160, 162 may be individually sized accordingly.

[0046] Control over the DC link voltage for each respective channel is provided by the respective bi-directional DC-DC voltage converter 30, 32. In addition, propulsion system 158 may be controlled to further optimize efficiency and cost while meeting peak power demands during operation and managing usable energy from first and second energy storage systems 160, 162 for various vehicle drive cycles. The inclusion of separate first and second energy storage systems 160, 162 may also lead to additional

savings in the power electronics and passive components included the first and/or second bi-directional DC-DC voltage converters 30, 32 as well as the power electronic modules and passive components in one or both of the energy storage systems 160, 162. In addition, the inclusion of a separate energy storage system for each channel may result in improved operating efficiency by permitting the one or more of the energy storage systems 160, 162 to be operated at a lower voltage than a system that includes a single energy storage system sized to meet the peak power demands of multiple channels, such as energy storage system 12 of FIG. 1 that is sized to meet the peak power demand of both the A and B channels 14, 20.

[0047] Optionally, propulsion system 158 includes a switching element or coupling device 174 (shown in phantom) positioned between the positive DC links 18, 24 of A channel 14 and B channel 20. According to various embodiments, coupling device 174 may be constructed as an electromechanical switching device, a solid-state type switching device, a diode, a combination of a resistor and a contactor or solid-state switch, as non-limiting examples. Controller 96 is connected to coupling device 174 via control lines 176 and operates coupling device 174 in an open state or a closed state so that the A and B channels 14, 20 may be operated at different DC link voltages during certain modes of operation and selectively coupled together to operate at the same DC link voltage during other operating modes. For example, during a motoring mode of operation, coupling device 174 may be configured in an open state to permit the A channel 14 to operate at a lower DC link voltage than the B channel 20 so that electromechanical device 82 can run efficiently at a higher operating voltage than electromechanical device 74. In addition, during a regenerative braking event or during an engine recharging event of one of the energy storage systems 162, 160, controller 96 may be configured to close coupling device 174 such that AC voltage or current generated by electromechanical device 74, inverted into a DC voltage or current by DC-to-AC voltage inverter 48 and supplied to second bi-directional DC-DC voltage converter assembly 30 to recharge second energy storage system 162.

[0048] Referring now to FIG. 5, a propulsion system 178 is illustrated according to another embodiment of the invention. Elements and components of propulsion system

178 common to propulsion systems 10, 158 will be discussed relative to the same reference numbers as appropriate.

[0049] Similar to propulsion system 158 of FIG. 4, propulsion system 178 includes a first energy storage system 180 and a second energy storage system 182, which may be individually sized based on the peak power demand of its respective channel 14, 20 thereby permitting a reduction in the size, overall weight, and cost of the propulsion system. In addition, first energy storage system 180 may be selected to have a higher specific power (and lower internal impedance) than second energy storage system 182, which may be sized for a higher nominal voltage than first energy storage system 180. Accordingly, in one embodiment, first energy storage system 180 is configured as a high specific-power energy storage device similar to first energy storage system 160 (FIG. 4) and second energy storage system 182 is configured as a high specific-energy storage device similar to second energy storage system 162 (FIG. 4).

[0050] Unlike the configuration of propulsion system 158 of FIG. 4, however, first energy storage system 180 and second energy storage system 182 of propulsion system 178 are arranged in a series configuration, as shown in FIG. 5, with the positive terminal 184 of first energy storage system 180 coupled to the negative terminal 186 of second energy storage system 182. As shown, the positive terminal 188 of second energy storage system 182 is connected to first bi-directional DC-DC voltage converter 30 and the negative terminal 190 of first energy storage system 180 is connected to A channel negative DC link 70 and also connected to B channel negative DC link 72. By connecting first and second energy storage systems 180, 182 in series, the power sharing between energy storage systems 180, 182 is a function of the relative voltages of the two energy storage systems. In other words, the power out of each energy storage system 180, 182 is a function of the voltage of the respective energy storage system 180, 182 as a result of the series configuration. Because the series connection of energy storage systems 180, 182 allows the relative voltages of the two systems to be summed, energy storage systems 180, 182 may be sized to have lower voltages than a propulsion system with a single energy storage system with a comparable overall voltage output, such as that shown in FIG. 1.

[0051] In operation, the state of charge (SOC) of both first energy storage system 180 and second energy storage system 182 is maintained within prescribed thresholds and within a prescribed operating range via the switching commands that the controller 96 transmits to the first and second bi-directional DC-DC voltage converter 30, 32. Independent control over the DC link voltages of the A channel 14 and B channel 20 are provided by bi-directional DC-DC voltage converter 30, 32 and associated loads from DC-to-AC voltage inverters 48, 50 and electromechanical devices 74, 82.

[0052] Optionally, propulsion system 178 may also include optional coupling device 174 (shown in phantom) positioned between the positive DC links 18, 24 of A channel 14 and B channel 20. Coupling device 174 may be operated by controller 96 in a similar manner in propulsion system 178 as described above with respect to propulsion system 158, so that the DC link voltages of the A and B channels 14, 20 are the same during certain modes of operation and differ during other operating modes.

[0053] FIG. 6 illustrates a propulsion system 192 according to yet another embodiment of the invention. As propulsion system 192 includes many of the same components and elements of propulsion system 178 of FIG. 5, elements and components common to systems 178 and 192 will be discussed relative to the same reference numbers as appropriate.

[0054] In addition to the components common with propulsion system 178, propulsion system 192 includes a coupling device 194 that replaces the bi-directional DC-DC voltage converter 32 of propulsion system 178 on the A channel 14 and that is controlled by controller 96 via control lines 196. Similar to coupling device 174, coupling device 194 may be constructed as an electromechanical switching device, a solid-state type switching device, a diode, a combination of a resistor and a contactor or solid-state switch, as non-limiting examples. Because coupling device 194 is a lower cost component than a bi-directional DC-DC voltage converter, propulsion system 192 may be manufactured at a lower cost than propulsion system 178 of FIG. 5. Further, because coupling device 194 operates at a higher efficiency than a bi-directional DC-

DC voltage converter, replacing the A channel bi-directional DC-DC voltage converter 32 of FIG. 1 with coupling device 194 increases the overall efficiency of propulsion system 192.

[0055] Similar to propulsion system 178 of FIG. 5, propulsion system 192 includes first and second energy storage systems 180, 182 arranged in series such that positive terminal 184 of first energy storage system 180 is coupled to negative terminal 186 of second energy storage system 182. First energy storage system 180 is sized based on the desired acceleration of the propulsion system 192 whereas second energy storage system 182 is sized based on the desired distance of travel while operating using the electric drive. In the embodiment illustrated in FIG. 6, first energy storage system 180 is configured as a power battery, rather than an ultracapacitor, in order to maintain a DC link voltage for DC-to-AC voltage inverter 48 within a threshold value of a predetermined nominal voltage when coupling device 194 is closed. In addition, the nominal voltage of first energy storage system 180 is selected such that the normal operating voltage range of first energy storage system 180 is within a threshold value of the optimized DC link voltage for the A channel 14 that is determined based on the design parameters of electromechanical device 74.

[0056] Referring to FIG. 7, a dual-channel propulsion system 198 is shown according to yet another embodiment. Elements common to propulsion systems 10, 198 are referred to with similar numbering. Similar to propulsion system 10 of FIG. 1, propulsion system 198 includes a single energy storage system 200 coupled to both the A channel 14 and the B channel 20. Similar to energy storage system 12 (FIG. 1), energy storage system 200 may be a high-voltage or high-power energy storage device and may be a battery, a flywheel system, fuel cell, an ultracapacitor, or a combination of ultracapacitors, fuel cells, and/or batteries, according to various embodiments. As shown, the positive terminal 202 of energy storage system 200 is coupled to B channel positive DC link 24 through first bi-directional DC-DC voltage converter 30. The A channel positive DC link 18 is coupled to the positive terminal 202 of through second bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32.

[0057] An optional bypass contactor 204 (shown in phantom) is included on the A channel 14 between energy storage system 200 and DC-to-AC voltage inverter 48. According to various embodiments, bypass contactor 204 may be constructed as an electromechanical switching device, a solid-state type switching device, a diode, a combination of a resistor and a contactor or solid-state switch, as non-limiting examples.

[0058] In one embodiment, energy storage system 200 is sized such that positive terminal 202 of energy storage system 200 may be directly coupled to A channel positive DC link 18 through an optional bypass contactor. Alternatively, an optional bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32 (shown in phantom) is coupled to the A channel DC bus 16. In this embodiment, at least one of optional DC-DC converter 32 or optional bypass contactor 204 is utilized.

[0059] Controller 96 is connected to bypass contactor 204 via control lines 206. In certain operating modes controller 96 operates bypass contactor 204 in an open state, thereby creating a power flow path between energy storage system 200 and DC-to-AC voltage inverter 48 that travels through optional bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32, which is controlled by controller 96 to boost the voltage of energy storage system 200 to the voltage of the A channel DC bus 16. In other operating modes, controller 96 operates the optional bypass contactor 204 in a closed state to create a power flow path between energy storage system 200 and DC-to-AC voltage inverter 48 that bypasses optional bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32. When bypass coupling device 204 is operated in a closed state to bypass bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32, propulsion system 198 experiences an improvement in efficiency over simply turning off chopping because the losses in bi-directional DC-DC voltage converter assembly 32 are eliminated.

[0060] As described above, embodiments of the invention utilize a multi-channel DC bus assembly configured to permit the individual DC bus channels to operate either at a common voltage or at different voltages while being connected to one or multiple common energy storage systems. In some embodiments, the outputs of

electromechanical devices coupled to respective channels of the DC bus assembly are coupled together through a common transmission assembly, such as an electrically variable transmission. Together, the electromechanical devices, DC-AC inverters, and bi-directional DC-DC converters associated with each channel of the multi-channel DC bus assembly along with the energy storage system(s) operate over a wide range of bi-directional speed, torque, and power that may be controlled to minimize power loss and maintain a high degree of overall system efficiency when the energy storage system(s) are operating in charge depleting and charge sustaining modes. Optionally, a heat engine may be coupled to the transmission assembly to maintain charge on the energy storage system(s) and an output of one or more of the DC bus channels may be coupled to an auxiliary load. Beneficially, the propulsion systems disclosed herein enable the energy storage system(s) to be designed to minimize size, weight, and cost while providing improved efficiency through independent control of the DC link voltage on each of the DC bus channels of the multi-channel DC bus assembly.

[0061] A technical contribution for the disclosed apparatus is that it provides for a controller implemented technique for boosting a voltage of an energy storage system to a boosted voltage and supplying the boosted voltage to a voltage bus.

[0062] According to one embodiment of the invention, an apparatus includes a multi-channel DC bus assembly comprising a first channel and a second channel, a first electromechanical device coupled to a positive DC link of the first channel, and a second electromechanical device coupled to a positive DC link of the second channel. A first DC-to-AC voltage inverter is coupled to the positive DC link of the first channel and a second DC-to-AC voltage inverter is coupled to the positive DC link of the second channel. The apparatus further includes a bi-directional voltage modification assembly coupled to the positive DC link of the second channel and a first energy storage system electrically coupled to the first electromechanical device.

[0063] In accordance with another embodiment of the invention, a method of fabricating a propulsion system includes coupling a first DC-to-AC voltage inverter to a first voltage bus, coupling a first electromechanical device to the first DC-to-AC voltage

inverter, and coupling a second DC-to-AC voltage inverter to a second voltage bus. The method also includes coupling a second electromechanical device to the second DC-to-AC voltage inverter, coupling a bi-directional DC-DC voltage converter to the second voltage bus, coupling a first energy storage system to the bi-directional DC-DC voltage converter, and programming a controller to control switching of the bi-directional DC-DC voltage converter to boost a voltage of the first energy storage system to a boosted voltage different from a voltage of the first voltage bus.

[0064] In accordance with yet another embodiment of the invention, a vehicle propulsion system includes a DC bus assembly having a first DC bus and a second DC bus. The vehicle propulsion system also includes a first bi-directional DC-to-DC voltage converter coupled to the first DC bus, a high specific-power energy storage device coupled to a low voltage side of the first bi-directional DC-to-DC voltage converter, a first electromechanical device coupled to the first DC bus through a first DC-to-AC voltage converter, and a second electromechanical device coupled to the second DC bus through a second DC-to-AC voltage converter. A controller is programmed to control the first bi-directional DC-to-DC voltage converter to boost a voltage of the first electromechanical device to a boosted voltage and supply the boosted voltage to the first DC bus, the boosted voltage different than a voltage of the second DC bus.

[0065] In accordance with yet another embodiment of the invention, a vehicle propulsion system includes a first electromechanical device coupled to a positive DC link of a first DC bus, an auxiliary load coupled to an output of the first electromechanical device and a first DC-to-AC voltage inverter coupled to the positive DC link of the first DC bus. A second electromechanical device is coupled to a positive DC link of a second DC bus and a transmission is coupled to an output of the second electromechanical device. The vehicle propulsion system also includes a second DC-to-AC voltage inverter coupled to the positive DC link of the second DC bus, an energy storage system electrically coupled to the positive DC link of the second DC bus, and a bi-directional voltage modification assembly coupled to the positive DC link of the

second DC bus and configured to boost a voltage of the first energy storage system to a voltage different from a voltage of the first DC bus.

[0066] 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.

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

1. 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 and the second traction motor;
 - 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
 - operate the first traction motor as a generator to generate electrical power while operating the second traction motor to drive the vehicle through the transmission device.
2. The system of claim 1, wherein the energy storage system comprises a battery.
3. The system of claim 1, further comprising a second energy storage system coupled to the bi-directional DC/DC converter.

4. 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. 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. The system of claim 1, further comprising a gear assembly coupled to the transmission device.
7. The system of claim 7, further comprising a wheel/axle assembly coupled to the gear assembly.
8. 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. The system of claim 8, wherein the first traction motor is an AC motor and the second traction motor is an AC motor.
10. The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the second traction motor is provided to the energy storage system.

11. The system of claim 1, wherein the electrical power generated by the second traction motor is provided to the first traction motor.
12. The system of claim 1, wherein the control system is further configured to operate the first traction motor as a generator to generate electrical power.
13. The system of claim 12, wherein the electrical power generated by the first traction motor is provided to the energy storage system.
14. 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 and second traction drive system;
 - 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
operate the first traction drive system to generate electric power while operating the second traction drive system to drive the vehicle through the transmission device.

15. The system of claim 14, wherein the energy storage system comprises a battery.
16. The system of claim 14, further comprising a second energy storage system coupled to the bi-directional DC/DC converter.
17. The system of claim 14, further comprising a gear assembly coupled to the transmission device.
18. The system of claim 17, further comprising a wheel/axle assembly coupled to the gear assembly.
19. The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the second traction drive system is provided to the energy storage system.
20. The system of claim 14, wherein the electrical power generated by the second traction drive system is provided to the first traction drive system.
21. 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 and the second AC motor;
- 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
 - operate the first AC motor as a generator to generate electrical power while operating the second AC motor to drive the vehicle through the transmission device.

22. 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;
- a gear assembly coupled to the second AC motor and the transmission device;

Applicants: Robert Dean King et al.
GE Docket No.: 273252-8

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; 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 transmission device and gear assembly.

**VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS
AND METHOD OF MANUFACTURING SAME**

ABSTRACT

An apparatus includes a multi-channel DC bus assembly comprising a first channel and a second channel, a first electromechanical device coupled to a positive DC link of the first channel, and a second electromechanical device coupled to a positive DC link of the second channel. A first DC-to-AC voltage inverter is coupled to the positive DC link of the first channel and a second DC-to-AC voltage inverter is coupled to the positive DC link of the second channel. The apparatus further includes a bi-directional voltage modification assembly coupled to the positive DC link of the second channel and a first energy storage system electrically coupled to the first electromechanical device.

TITLE: VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS
AND METHOD OF MANUFACTURING SAME
INVENTOR(S): Robert Dean King et al.
DOCKET NO.: 273252-1 (GEL8083.212)

1/7

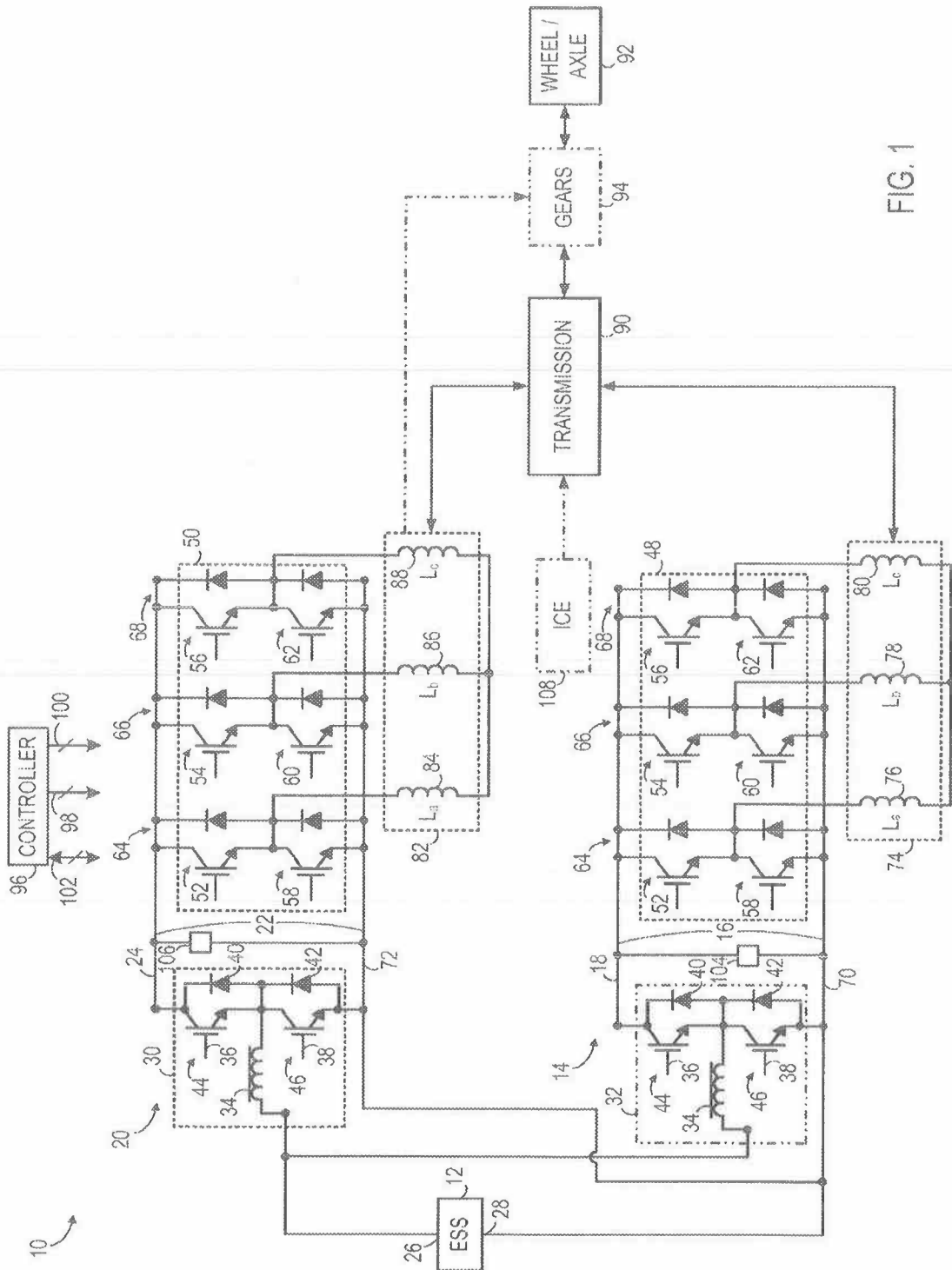
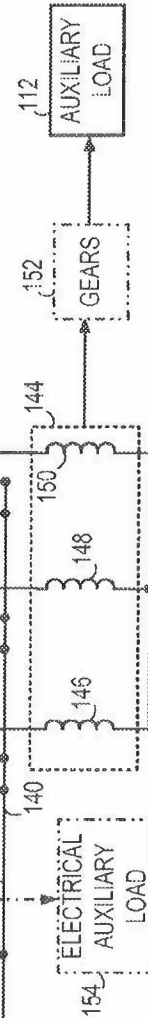


FIG. 1

INVENTOR(S): Robert Dean King et al.
DOCKET NO.: 273252-1 (GEL8083.212)

FIG. 2



INVENTOR(S): Robert Dean King et al.
DOCKET NO.: 273252-1 (GEL8083.212)

3/7

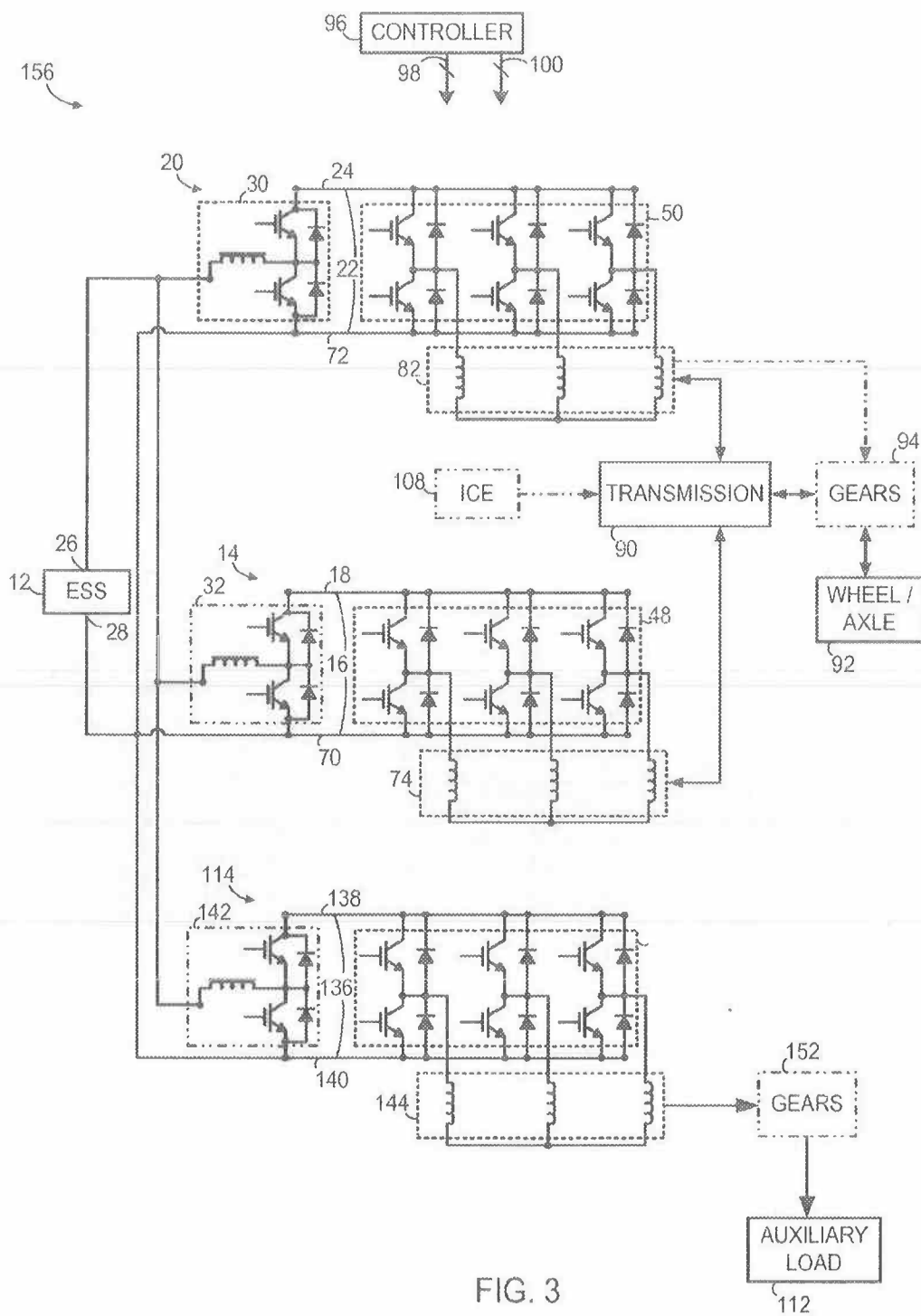


FIG. 3

4/7

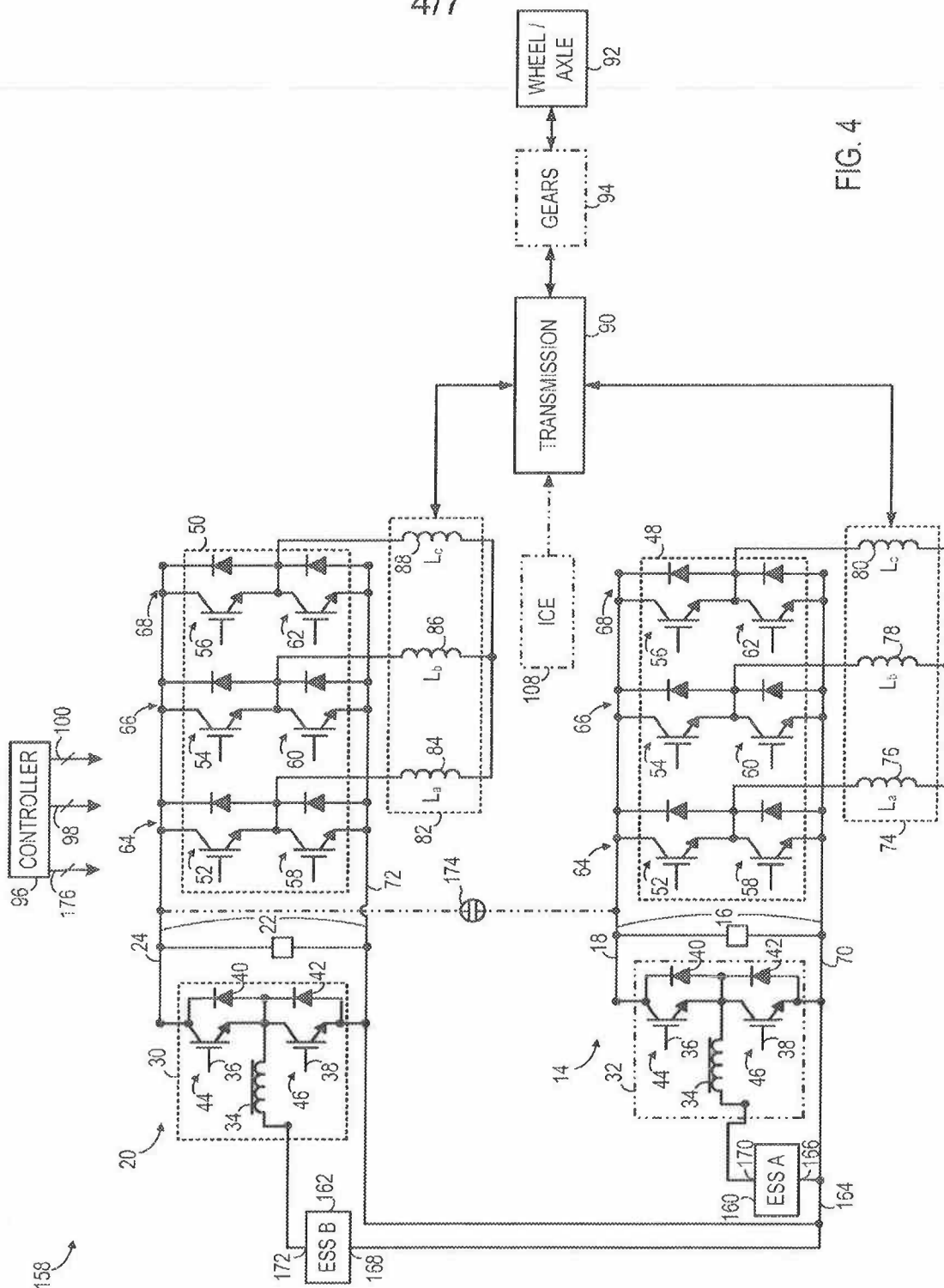


FIG. 4

5/7

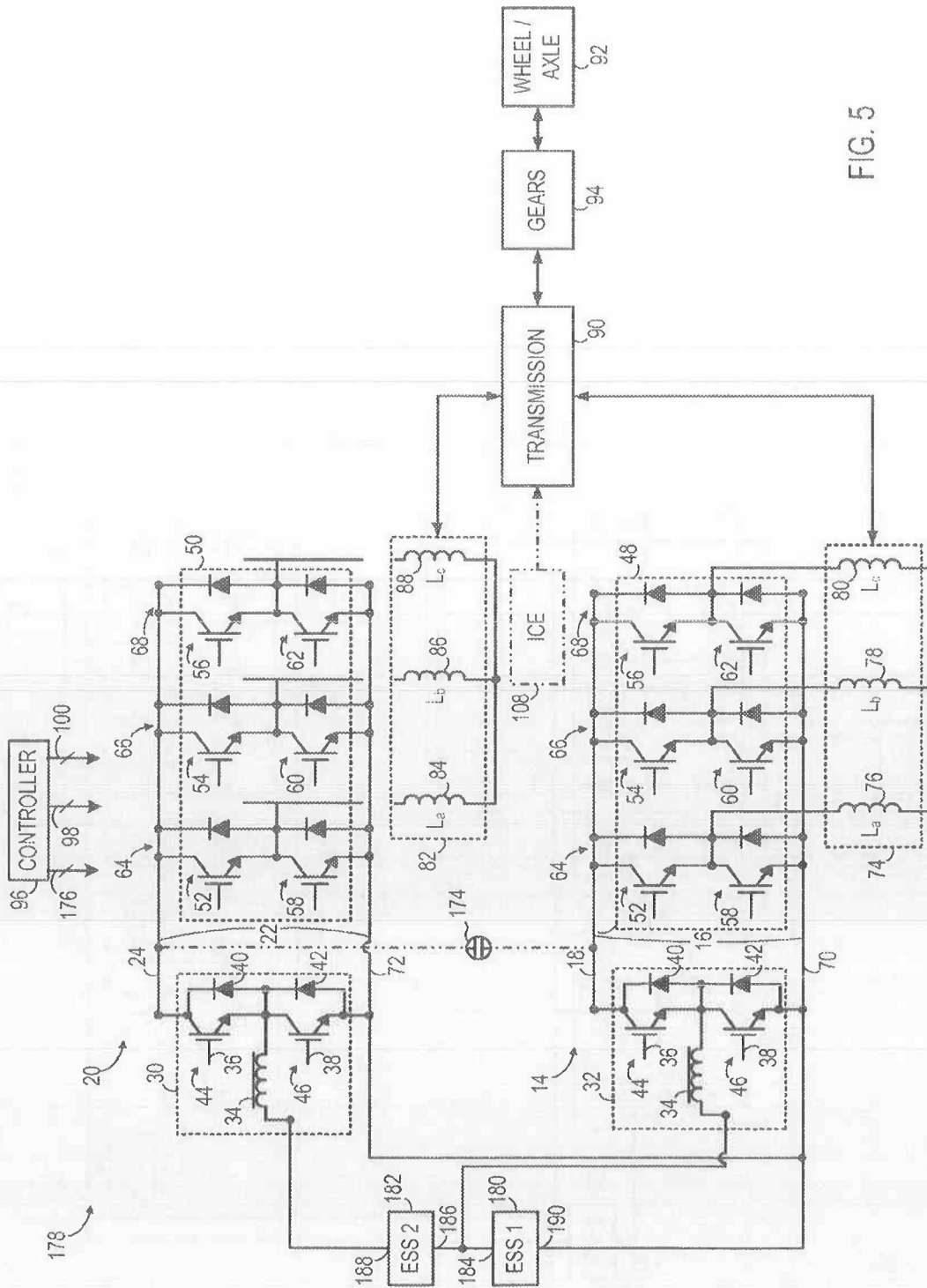


FIG. 5

6/7

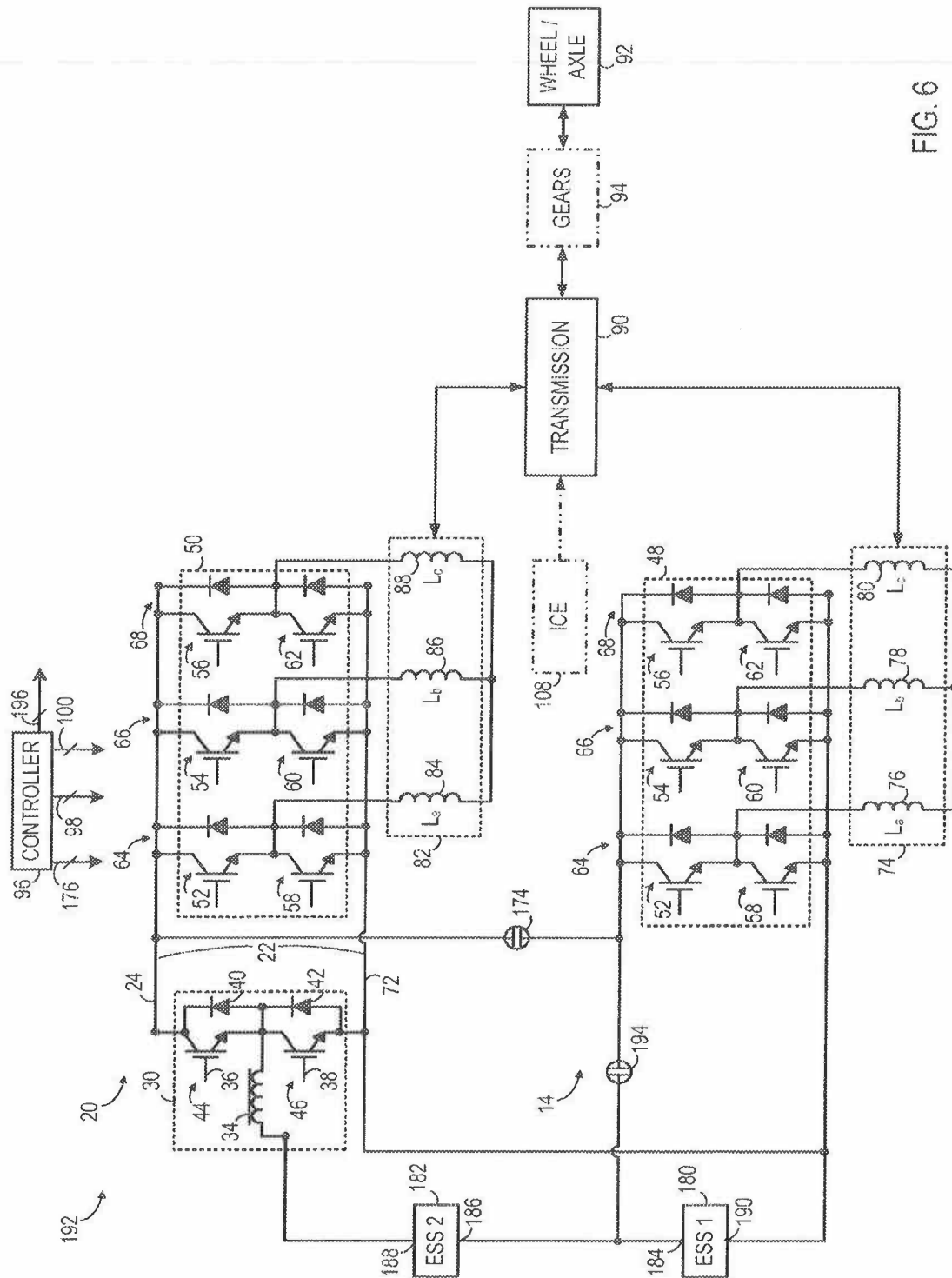


FIG. 6

7/7

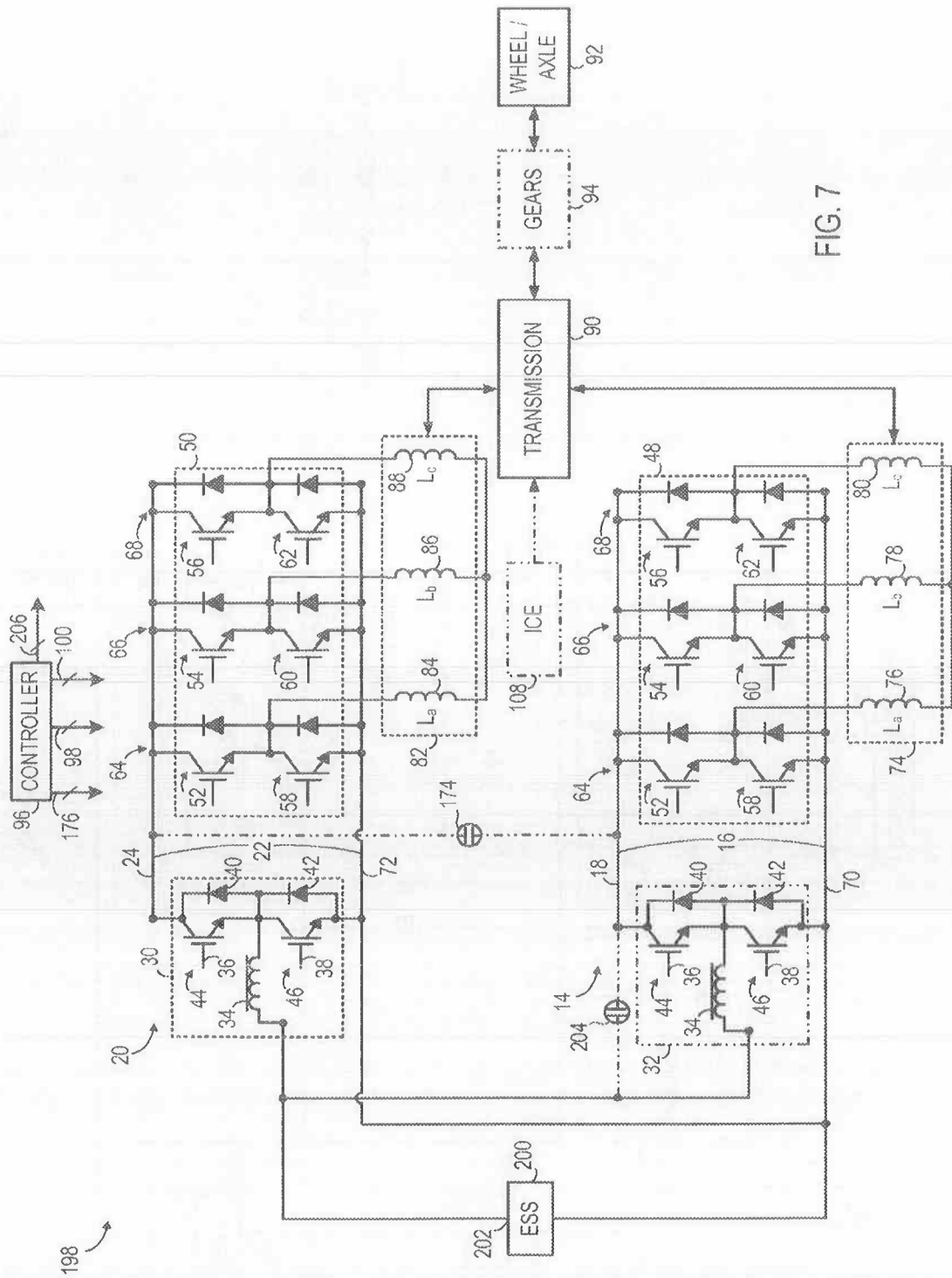


FIG. 7

**COMBINED DECLARATION AND GLOBAL ASSIGNMENT
FOR UTILITY PATENT APPLICATION**

As the below named inventor(s), I/we hereby declare that:

This declaration and assignment is directed to:

**TITLE: VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND
METHOD OF MANUFACTURING SAME**

- ☐ the specification of which is attached hereto OR
- ☒ was filed on January 30, 2014 as Application Serial No. 14/168,224 or
PCT International Application Number _____ and was amended on [_____] (if applicable).
(We hereby authorize and request the Company or its delegated attorneys or agents to insert above the
application number and filing date of the application when known.)

The above-identified application was made or authorized to be made by us.

We believe that we are original joint inventors of a claimed invention in the application.

We hereby acknowledge that any willful false statement made in this declaration is punishable under 18 USC § 1001 by fine or imprisonment of not more than five (5) years, or both.

We have reviewed and understand the contents of the above-identified application, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

We acknowledge the duty to disclose information which is material to the patentability of this application as defined in 37 CFR § 1.56, including, for continuation-in-part applications, material information which became available between the filing date of the prior application and the filing date of the continuation-in-part application.

In accordance with our obligation(s) under an Employee Innovation and Proprietary Information Agreement or (as applicable) arising out of other agreements (such as, but not limited to, the Services Agreement between General Electric Company, a New York Corporation, and our employers), and/or for other good and valuable consideration of which we acknowledge receipt, I/we,

Robert Dean King of Schenectady, NY, US
 Zhibao Li of Rexford, NY, US

hereby sell and assign to **GENERAL ELECTRIC COMPANY**, a New York Corporation, (hereinafter referred to as Company) having an address at 1 River Road, Schenectady, New York 12345, USA, its successors and assigns our entire right(s), title(s), and interest(s) in and to the invention and improvements made or conceived by us and described in the application(s) listed above and in the following table:

Country of Filing	Type of Filing	Application Number	Filing Date	Title

(We hereby authorize and request the Company or its delegated attorneys or agents to insert above the application number and filing date of the application(s) when known.)

and any and all applications for patent and patents therefrom in any and all countries, including all divisions, continuations, continuations-in-part, reexaminations, renewals, and reissues thereof, and all rights of priority resulting from the filing of the application(s), and authorize and request any official whose duty it is to issue patents, to issue any patent on the inventions and improvements resulting therefrom to the Company, or its successors or assigns, and agree that on request and without further consideration, we will communicate to the Company or its representatives or nominees any facts known to us respecting the inventions and improvements and testify in any legal proceeding, make all rightful oaths, sign all lawful papers and execute all instruments or documents required or requested for the making and prosecution of any applications of any type for patent, utility model, or other similar rights in all countries including, but not limited to, any provisional, non-provisional, continuation, continuation-in-part, divisional, renewal or substitute thereof, for any derivation proceedings relating thereto, and, as to any patents that issue from such applications, for any supplemental examination, derivation proceeding, opposition, post grant review, reissue, re-examination, inter partes review, or extension thereof, and generally do everything possible to aid the Company, its successors, assigns, and nominees to obtain and enforce proper patent protection for the invention and its improvements in all countries.

Remuneration claims of the inventor(s)/assignor(s) potentially arising from German Law on Employee Inventions, or any other respective country law, remain unaffected by this assignment.

Please direct all telephone calls to:

Jean K. Testa, (518) 387-5115

INVENTOR 1

Signature: Robert Dean King
Name: Robert Dean King

Date: JAN 28, 2014

Witnessed by: Timothy G. Bickford
Signature

Date: Jan 28, 2014

Timothy G. Bickford
Printed Name of Witness

Witnessed by: Xu She
Signature

Date: Jan. 28, 2014

Xu She
Printed Name of Witness

SECTION BELOW IS FOR USE ONLY IF SIGNING IN PRESENCE OF A NOTARY

Date: _____

Name: Robert Dean King

STATE OF _____

ss.

COUNTY OF _____

This _____ day of _____, _____ before me personally came the above-named **Robert Dean King**, to me personally known as the individual who executed the foregoing assignment, who acknowledged to me that he/she executed the same of his/her own free will for the purposes therein set forth.

Seal

(Notary Public)

INVENTOR 2

Signature: _____

Name: Zhihao Li

Date: _____

Jan 28, 2014

Witnessed by: _____

Signature

Date: _____

Jan 28, 2014

Printed Name of Witness

Witnessed by: _____

Signature

Date: _____

Jan 28, 2014

Printed Name of Witness

SECTION BELOW IS FOR USE ONLY IF SIGNING IN PRESENCE OF A NOTARY

Date: _____

Name: Zhihao Li

STATE OF _____

ss.

COUNTY OF _____

This _____ day of _____ before me personally came the above-named Zhihao Li, to me personally known as the individual who executed the foregoing assignment, who acknowledged to me that he/she executed the same of his/her own free will for the purposes therein set forth.

Seal

(Notary Public)

Doc code: IDS

Doc description: Information Disclosure Statement (IDS) Filed

PTO/SB/08a (03-15)

Approved for use through 07/31/2016. OMB 0651-0031

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.

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number	
	Filing Date	
	First Named Inventor	Robert Dean King
	Art Unit	
	Examiner Name	
	Attorney Docket Number	273252-8

U.S.PATENTS							Remove
Examiner Initial*	Cite No	Patent Number	Kind Code ¹	Issue Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	1	7932633	B2	2011-04-26	King et al		
	2	8026638	B2	2011-09-27	King 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 ¹	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	
	1	20080011528	A1	2008-01-17	Verbrugge		
	2	20100136379	A1	2010-06-03	King		
	3	20100222953	A1	2010-09-02	Tang		
	4	20130038127	A1	2013-02-14	King		

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

Application Number		
Filing Date		
First Named Inventor	Robert Dean King	
Art Unit		
Examiner Name		
Attorney Docket Number	273252-8	

5	20130138279	A1	2013-05-30	Shi	
---	-------------	----	------------	-----	--

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 ³	Country Code ²	Kind Code ⁴	Publication Date	Name of Patentee or Applicant of cited Document	Pages, Columns, Lines where Relevant Passages or Relevant Figures Appear	T ⁵
	1	102006013502	DE	A1	2007-09-27	SIEMENS AG	See English Family member W02007107458A2	
	2	1306262	EP	A2	2003-05-02	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA		
	3	1810861	EP	A1	2007-07-25	GENERAL ELECTRIC COMPANY		
	4	2159898	EP	A1	2010-03-03	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA		
	5	2340957	EP	A1	2011-07-06	MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION		
	6	2502773	EP	A2	2012-09-26	GENERAL ELECTRIC COMPANY		
	7	2587618	EP	A2	2013-05-01	SANYO ELECTRIC CO. LTD		
	8	2639099	EP	A	2013-09-18	TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA		

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	Robert Dean King	
	Art Unit		
	Examiner Name		
Attorney Docket Number		273252-8	

9	2007107458	WO	A2	2007-09-27	SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT et al.	English Family member of DE102006013502A1
10	2013024675	WO	A1	2013-02-21	HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD	

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 ⁵
	1	A copy of European Search Report and Opinion issued in connection with corresponding EP Application No. 15152810.6 on October 22, 2015.	

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.

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

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT BY APPLICANT (Not for submission under 37 CFR 1.99)	Application Number		
	Filing Date		
	First Named Inventor	Robert Dean King	
	Art Unit		
	Examiner Name		
	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)	2017-10-31
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.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the **PATENT APPLICATION** of:

Robert Dean King et al

Application No.: Not yet assigned

Confirmation No.: Not yet assigned

Filed: Herewith

For: VEHICLE PROPULSION SYSTEM
WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND
METHOD OF MANUFACTURING SAME

Group: Not yet assigned

Examiner: Not yet assigned

Our File: 273252-8

Date: October 31, 2017

INFORMATION DISCLOSURE STATEMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to MPEP 609.02, Applicant respectfully requests the Examiner to consider all the references submitted, cited, or otherwise considered during the prosecution of all the ancestor applications listed on the Application Data Sheet of the present application. A complete PTO/SB/08 form is attached. The Applicant does not plan to submit references unless explicitly requested by the Examiner.

Respectfully submitted,
GENERAL ELECTRIC COMPANY

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

**REVOCATION & APPOINTMENT OF
POWER OF ATTORNEY**

**CHANGE OF
CORRESPONDENCE ADDRESS**

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(b)

SERIAL NO: 14/168224
FILING DATE: 1/30/2014
CONFIRMATION NO. 8841
DOCKET NO. 273252-1

POWER OF ATTORNEY:

I hereby **REVOKE** all previous powers in the above-identified application
and

APPOINT Practitioners associated with **Customer Number 131278**

as my/our attorney(s) or agent(s) to prosecute the application identified above, and to transact all business in the
United States Patent and Trademark office connected therewith.

CHANGE OF CORRESPONDENCE ADDRESS:

Please change the correspondence address to:

☒ Address associated with **CUSTOMER NUMBER 131278**

STATEMENT UNDER 37 CFR 3.73(b)

I am the:

- ☐ Applicant/Inventor
- ☒ Assignee of the entire right, title, and interest.
Statement under 37 CFR 3.73(b) (below)

General Electric Company, a Corporation, certifies that it is the assignee of the patent application identified
above by virtue of an assignment from the inventor(s). The assignment was recorded in the Patent and Trademark
office:

REEL/FRAME: 032091 / 0238
recorded on 1/30/2014

The undersigned, whose title is supplied below, is authorized to act on behalf of the assignee.

SIGNATURE OF: Assignee of the Entire Right, Title and Interest			
Name/ Reg. No.	JEAN K. TESTA 39,396	Title SR. PATENT COUNSEL	
Signature	/JEAN K. TESTA/		
Date	4/6/2015	Telephone	518-387-5115

Electronic Patent Application Fee Transmittal				
Application Number:				
Filing Date:				
Title of Invention:		VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME		
First Named Inventor/Applicant Name:		Robert Dean King		
Filer:		Craig Michael Drachtman/Colleen Maroney		
Attorney Docket Number:		273252-8		
Filed as Large Entity				
Filing Fees for Track I Prioritized Examination - Nonprovisional Application under 35 USC 111(a)				
Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Basic Filing:				
UTILITY APPLICATION FILING	1011	1	280	280
UTILITY SEARCH FEE	1111	1	600	600
UTILITY EXAMINATION FEE	1311	1	720	720
REQUEST FOR PRIORITIZED EXAMINATION	1817	1	4000	4000
Pages:				
Claims:				
CLAIMS IN EXCESS OF 20	1202	2	80	160
INDEPENDENT CLAIMS IN EXCESS OF 3	1201	1	420	420

Description	Fee Code	Quantity	Amount	Sub-Total in USD(\$)
Miscellaneous-Filing:				
PUBL. FEE- EARLY, VOLUNTARY, OR NORMAL	1504	1	0	0
PROCESSING FEE, EXCEPT PROV. APPLS.	1830	1	140	140
Petition:				
Patent-Appeals-and-Interference:				
Post-Allowance-and-Post-Issuance:				
Extension-of-Time:				
Miscellaneous:				
Total in USD (\$)				6320

Electronic Acknowledgement Receipt	
EFS ID:	30813831
Application Number:	15799045
International Application Number:	
Confirmation Number:	9433
Title of Invention:	VEHICLE PROPULSION SYSTEM WITH MULTI-CHANNEL DC BUS AND METHOD OF MANUFACTURING SAME
First Named Inventor/Applicant Name:	Robert Dean King
Customer Number:	131278
Filer:	Craig Michael Drachtman/Colleen Maroney
Filer Authorized By:	Craig Michael Drachtman
Attorney Docket Number:	273252-8
Receipt Date:	31-OCT-2017
Filing Date:	
Time Stamp:	14:51:41
Application Type:	Utility under 35 USC 111(a)

Payment information:

Submitted with Payment	yes
Payment Type	DA
Payment was successfully received in RAM	\$6320
RAM confirmation Number	110117INTEFSW00001242090470
Deposit Account	090470
Authorized User	Colleen Maroney
The Director of the USPTO is hereby authorized to charge indicated fees and credit any overpayment as follows: 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	TrackOne Request	273252_8_Track1.pdf	125024	no	2
			a321c73f7df6591a5f673b4c4c1707ca5f4c99029		
Warnings:					
Information:					
2	Application Data Sheet	273252_8_ADS.pdf	1823036	no	8
			74c4a16c3d73b9d4545023dd556cc325dc77f597		
Warnings:					
Information:					
3		273252_8_CONApplication.pdf	23569848	yes	29
			aecc79da563a99ae3c59162fa8c61de9e16b4d1a		
	Multipart Description/PDF files in .zip description				
	Document Description		Start	End	
	Specification		1	22	
	Claims		23	28	
	Abstract		29	29	
Warnings:					
Information:					
4	Drawings-only black and white line drawings	273252_8_Draw.pdf	564060	no	7
			7745ce8df3ee3e3c0d86d11334773d33dd03fa5b9		
Warnings:					
Information:					
5	Oath or Declaration filed	273252_8_Declaration.pdf	3254430	no	4
			0962f69811ed3a812e722f6a3c7891fed492c2fa		

Warnings:					
Information:					
6	Information Disclosure Statement (IDS) Form (SB08)	273252_8_IDS.pdf	1036026 372a3623cf2e9b8f0c5201c231b9835582c59e29	no	5
Warnings:					
Information:					
7	Transmittal Letter	273252_8_IDSConsiderPrior.pdf	57805 ca507c2d64bd28e32ee6cf789a7efc5c410f1eabe	no	1
Warnings:					
Information:					
8	Power of Attorney	273252_8_POA.pdf	1229682 6d4256c3b022e10327d97c6899065b2ad35cfd1a	no	1
Warnings:					
Information:					
9	Fee Worksheet (SB06)	fee-info.pdf	43251 e1225d2cfd5c4f0e2556c7c19f5aaab0f2e0fd79	no	2
Warnings:					
Information:					
Total Files Size (in bytes):			31703162		
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. <u>New Applications Under 35 U.S.C. 111</u> 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. <u>National Stage of an International Application under 35 U.S.C. 371</u> 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. <u>New International Application Filed with the USPTO as a Receiving Office</u> 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.					