

(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
2019年2月21日(21.02.2019)



(10) 国際公開番号
WO 2019/035172 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 11/18 (2006.01) *H01M 8/04858* (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/029319
- (22) 国際出願日: 2017年8月14日(14.08.2017)
- (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: 日産自動車株式会社(NISSAN MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 吉田 秀穂 (YOSHIDA, Hideo); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山

1 - 1 日産自動車株式会社 知的財産部内 Kanagawa (JP).

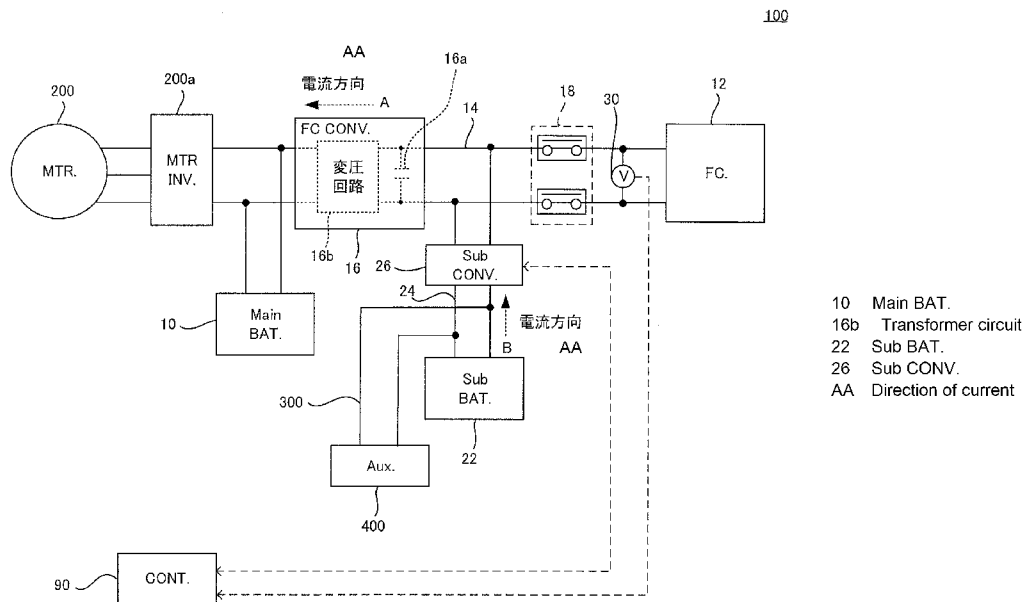
(74) 代理人: 特許業務法人後藤特許事務所(GOTOH & PARTNERS); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目3番1号尚友会館 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: POWER SOURCE SYSTEM FOR VEHICLE

(54) 発明の名称: 車両用電源システム

[図1]



(57) Abstract: A power source system for a vehicle is provided which comprises: a main battery which supplies power to a traction motor of the vehicle; a fuel cell which supplies power to at least the main battery; a main line which connects the main battery and the fuel cell; a first voltage transformer which is arranged on the main line and which comprises a charging unit and a transformer unit for adjusting the output voltage of the fuel cell; a relay which is provided on the main line between the charging unit and the fuel cell; and a sub battery which is connected to an auxiliary device power supply



WO 2019/035172 A1

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

line for supplying power to the vehicle or an auxiliary device of the fuel cell. The vehicle power source system is provided with a second voltage transformer which is connected on the main line between the relay and the charging unit and which adjusts power supplied from the sub battery to the charging unit.

(57) 要約 : 車両の走行モータに電力を供給するメインバッテリーと、少なくともメインバッテリーに電力を供給する燃料電池と、メインバッテリーと燃料電池を接続するメインラインと、メインラインに配置され燃料電池の出力電圧を調節する充電部及び変圧部を備えた第1電圧変換器と、メインラインにおいて充電部と燃料電池との間に設けられるリレーと、車両又は燃料電池の補機に電力を供給する補機電力供給ラインに接続されたサブバッテリーと、を有する車両用電源システムを提供する。この車両用電源システムは、メインラインにおいてリレーと充電部の間に接続され、サブバッテリーから充電部に供給する電力を調節する第2電圧変換器を有する。

明 細 書

発明の名称：車両用電源システム

技術分野

[0001] この発明は、特に、燃料電池を搭載した車両に用いられる車両用電源システムに関する。

背景技術

[0002] 燃料電池を搭載した車両用の電源システムは、車両の走行モータに電力を供給するメインバッテリーと、車両や燃料電池の補機類に電力を供給するサブバッテリーと、有している。メインバッテリーと燃料電池の間を接続するメインラインには、電圧変換器としてのDCDCコンバータが設けられる。このDCDCコンバータは、燃料電池の電圧を昇圧制御してメインバッテリーが配置されている強電系に供給する。

[0003] このような車両用電源システムでは、DCDCコンバータと燃料電池の間にリレーが設けられている。このリレーは、燃料電池の起動時などにおいて閉塞され、燃料電池からDCDCコンバータを介してメインバッテリーに電力が供給可能な状態となる。

[0004] ここで、上記リレーの閉塞時においては、メインバッテリー側の強電系と燃料電池との間の電圧差に起因して突入電流が発生する可能性がある。このような突入電流を抑制する技術が知られている。JP2008-84628Aには、リレー閉塞時に、燃料電池とメインバッテリーの間の電圧差をDCDCコンバータにより制御して、突入電流を抑制することが開示されている。

発明の概要

[0005] しかしながら、燃料電池とメインバッテリーの間のDCDCコンバータは、高い出力を要求されるため大型に構成され、これを構成する素子や配線等の部品点数も多い。したがって、突入電流の抑制にあたりDCDCコンバータを作動させて電位差を調節するようにした場合、DCDCコンバータの回路を構成する多数の素子や配線に流れる電流を調整する必要があり、電力ロス

が大きくなる。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、電力ロスを抑制しつつ、突入電流の発生も抑制することのできる車両用電源システムを提供することにある。

[0007] 本発明のある態様によれば、車両の走行モータに電力を供給するメインバッテリーと、少なくともメインバッテリーに電力を供給する燃料電池と、メインバッテリーと燃料電池を接続するメインラインと、メインラインに配置され燃料電池の出力電圧を昇圧する充電部及び変圧部を備えた第1電圧変換器と、メインラインにおいて充電部と燃料電池との間に設けられるリレーと、車両又は燃料電池の補機に電力を供給する補機電力供給ラインに接続されたサブバッテリーと、を有する車両用電源システムが提供される。さらに、この車両用電源システムは、メインラインにおいてリレーと充電部の間に接続され、サブバッテリーから充電部に供給する電力を調節する第2電圧変換器を有する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、第1実施形態による車両用電源システムの構成を示す図である。

。

[図2]図2は、第2実施形態による車両用電源システムの構成を示す図である。

。

[図3]図3は、第3実施形態による車両用電源システムの構成を示す図である。

。

[図4]図4は、第4実施形態による起動時リレー閉塞制御の流れを説明するフローチャートである。

[図5]図5は、第4実施形態の変形例による起動時リレー閉塞制御の流れを説明するフローチャートである。

[図6]図6は、第5実施形態による起動時リレー閉塞制御の流れを説明するフローチャートである。

[図7]図7は、第5実施形態による発電許可判定の流れを説明するフローチャ

ートである。

[図8]図8は、第6実施形態による車両用電源システムの構成を示す図である。

[図9]図9は、第6実施形態による発電許可判定の流れを説明するフローチャートである。

[図10]図10は、第7実施形態によるSOFC停止関連制御の流れを説明するフローチャートである。

[図11]図11は、第8実施形態による車両用電源システムの構成を示す図である。

[図12]図12は、第8実施形態によるSOFC停止関連制御の流れを説明するフローチャートである。

[図13]図13は、第8実施形態によるEAP処理関連制御の流れを説明するフローチャートである。

[図14]図14は、第9実施形態による車両用電源システムの構成を示す図である。

[図15]図15は、第9実施形態によるEAP終了後制御の流れを説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

[0010] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態にかかる車両用電源システムの概略構成を説明する図である。

[0011] 図示のように、車両用電源システム100は、車両の走行モータ200に電力を供給するメインバッテリー10と、メインバッテリー10に電力を供給する燃料電池としてのSOFC（固体酸化物形燃料電池：solid oxide fuel cell）12と、メインバッテリー10とSOFC12を接続するメインライン14と、メインライン14に配置されSOFC12の出力電圧を変圧する第1電圧変換器としてのFCコンバータ16と、メインライン14においてFC

コンバータ16とSOFC12との間に設けられるリレーとしてのFC接続リレー18と、車両又はSOFC12の補機類400に電力を供給する補機電力供給ライン300に接続されたサブバッテリー22と、を有する。

[0012] 走行モータ200は、三相交流モータで構成されており、メインバッテリー10やSOFC12からの電力供給を受け、車両用電源システム100が搭載される車両の駆動力を生成する。なお、走行モータ200は、例えば回生ブレーキの作動状態などの走行状態に応じて発電機として機能し、メインバッテリー10に回生電力を供給する。

[0013] また、走行モータ200には、メインバッテリー10及びSOFC12から供給される直流電力を交流電力に変換する一方で、当該走行モータ200で発電した交流の回生電力を直流電力に変換するモータインバータ200aが設けられている。

[0014] メインバッテリー10は、例えば、リチウムイオンバッテリー等の二次電池で構成される。また、メインバッテリー10は、図示しない外部充電装置からの電力やSOFC12の発電電力の供給を受けて充電する一方で、充電されている電力を走行モータ200からの要求に基づき、当該走行モータ200に供給する。

[0015] SOFC12は、セラミック等の固体酸化物で形成された電解質層を、アノード（燃料極）とカソード（空気極）により挟み込んで得られるセルを積層して構成される。SOFC12は、燃料極に燃料ガス（水素）の供給を受けるとともに、空気極に酸化ガス（酸素）の供給を受けることで発電する。なお、本実施形態におけるSOFC12は、例えばメインバッテリー10の充電電力が走行要求に対して不足している場合に発電を行い、電力供給ラインであるメインライン14により当該発電電力をFCコンバータ16を介してメインバッテリー10に供給する。

[0016] FCコンバータ16は、SOFC12の発電電力を変圧（昇圧）してメインバッテリー10や走行モータ200に供給するDCDCコンバータである。FCコンバータ16は、FC接続リレー18の側（SOFC12側）におい

て充電部としての入力側コンデンサ16aと、入力側コンデンサ16aが充電された状態で、SOFC12からメインバッテリー10に供給する電力を昇圧するためのコイル又はトランス等の回路素子で構成された変圧回路16bを有している。

[0017] FC接続リレー18は、例えばノーマルオープンリレーで構成されており、メインバッテリー10からSOFC12の発電電力の要求などに応じて、コントローラ90により開閉制御される。

[0018] サブバッテリー22は、補機電力供給ライン300を介して、車両の電装部品又はSOFC12の空気ブロア等の補機類400に電力を供給するバッテリーである。

[0019] ここで、本実施形態の車両用電源システム100は、サブバッテリー22に蓄えられている電力をFCコンバータ16の入力側コンデンサ16aに供給できるように構成されている。具体的には、サブバッテリー22は、サブライン24を介して、メインライン14におけるFC接続リレー18とFCコンバータ16（より詳細には入力側コンデンサ16a）との間に並列接続されている。

[0020] さらに、サブライン24には、サブバッテリー22から入力側コンデンサ16aに供給する電力を制御する第2電圧変換器としてのサブコンバータ26が配置されている。サブコンバータ26は、コントローラ90からの指令に基づき、サブバッテリー22から電力を取り出して入力側コンデンサ16aに充電する機能を有するDCDCコンバータである。

[0021] さらに、車両用電源システム100は、FC接続リレー18の開閉を制御するコントローラ90を備えている。コントローラ90は、中央演算装置（CPU）、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、及び入出力インタフェース（I/Oインタフェース）を備えたコンピュータ、特にマイクロコンピュータで構成される。そして、コントローラ90は、本実施形態及び後述する各実施形態の処理の少なくとも何れか一つの処理が実行できるようにプログラムされている。なお、コントローラ90は

一つの装置として構成されていても良いし、複数の装置に分けられ、本実施形態の各制御を当該複数の装置で分散処理するように構成されていても良い。

- [0022] 本実施形態において、コントローラ90は、SOFC12の出力電圧を検出する燃料電池出力電圧取得部としてのFC電圧センサ30からFC出力電圧検出値 V_{fc_d} を取得する。そして、コントローラ90は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} に基づいて、FC接続リレー18の開閉制御、及びサブコンバータ26の制御を実行する。
- [0023] 以上説明した車両用電源システム100において、例えば、メインバッテリー10の充電電力が不足しておらず、SOFC12を停止させている場合には、FC接続リレー18が開放状態に維持されている。
- [0024] 一方で、例えばメインバッテリー10の充電電力が不足してSOFC12による補助的な電力供給が要求される場合には、FC接続リレー18が閉塞されてSOFC12の発電電力がメインバッテリー10に供給される。
- [0025] このとき、SOFC12の出力電圧と入力側コンデンサ16aの電圧との差が大きいと、当該リレーの閉塞操作時に、突入電流が発生する恐れがある。
- [0026] したがって、本実施形態において、コントローラ90は、好ましくはFC接続リレー18を開放した状態で、入力側コンデンサ16aを所定電圧まで充電するようにサブコンバータ26を制御する。以下では、この入力側コンデンサ16aの電圧を単に「入力側コンデンサ電圧 V_{ic} 」とも記載する。
- [0027] このように、入力側コンデンサ16aを所定電圧まで充電することで、例えば、SOFC12の起動時などにおいて、SOFC12の開放電圧(OCV: Open circuit voltage)と入力側コンデンサ電圧 V_{ic} との差が比較的小さい状態でFC接続リレー18を閉塞することができ、突入電流の発生を抑制することができる。
- [0028] 特に、本実施形態では、サブコンバータ26を用いて入力側コンデンサ16aの充電を行う。したがって、メインバッテリー10を含む強電系への電力

制御が想定される大型のFCコンバータ16によって、SOFC12の出力電圧とメインバッテリー10の電圧の差を調節する場合と比べて電力ロスを抑制しつつ当該電圧の差を解消することができる。

[0029] なお、SOFC12の開放電圧と入力側コンデンサ電圧 V_{ic} との差を解消すべく入力側コンデンサ16aに充電を行う方法として、FC接続リレー18にいわゆるプレチャージリレーを設けて、当該プレチャージリレーを閉塞してSOFC12と入力側コンデンサ16aとの間の電位差を解消することが考えられる。しかしながら、この場合、SOFC12の発電準備が完了しておらず、その出力が安定しない状態（SOFC12のIV特性が過渡的な状態）において、プレチャージリレーを介して、SOFC12と入力側コンデンサ16aが通電可能な状態となる。

[0030] したがって、SOFC12の出力が安定しない状態でSOFC12から入力側コンデンサ16aへの充電が行われることとなるため、SOFC12と入力側コンデンサ16aの電位差変動が生じやすくなり、当該電位差変動を解消するための制御が複雑となる。

[0031] これに対して、本実施形態の構成であれば、FC接続リレー18を開放してSOFC12と入力側コンデンサ16aとの導通が切断された状態で、サブコンバータ26による入力側コンデンサ16aへの充電（プレチャージ）が可能である。したがって、SOFC12の出力が安定するまで入力側コンデンサ16aとの通電を遮断した状態とすることができるので、上記電位差変動を解消するための制御を行うことなく入力側コンデンサ16aへの充電を実行することができる。すなわち、当該充電に係る制御を簡素化することができる。

[0032] 以上説明した第1実施形態にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。

[0033] 本実施形態の車両用電源システム100は、車両の走行モータ200に電力を供給するメインバッテリー10と、少なくともメインバッテリー10に電力を供給する燃料電池としてのSOFC12と、メインバッテリー10とSOFC

C12を接続するメインライン14と、メインライン14に配置されSOFC12の出力電圧を調節する充電部としての入力側コンデンサ16a及び変圧部としての変圧回路16bを備えた第1電圧変換器としてのFCコンバータ16と、メインライン14においてFCコンバータ16とSOFC12との間に設けられるリレーとしてのFC接続リレー18と、車両又はSOFC12の補機類400に電力を供給する補機電力供給ライン300に接続されたサブバッテリー22と、を有する。

[0034] さらに、車両用電源システム100は、メインライン14においてFC接続リレー18と入力側コンデンサ16aの間に接続され、サブバッテリー22から入力側コンデンサ16aに供給する電力を調節する第2電圧変換器としてのサブコンバータ26を有する。

[0035] これにより、サブコンバータ26を用いてサブバッテリー22から入力側コンデンサ16aへの充電を行うことができる。特に、サブコンバータ26は入力側コンデンサ16aへの充電を行うことを主な用途とするため、素子数や配線等が多く複雑に構成された大型（大出力）のFCコンバータ16よりも小型に構成できる。したがって、大型のFCコンバータ16を用いてSOFC12の出力電圧とメインバッテリー10の電圧の差を調節する場合と比べて、電力ロスを抑制しつつSOFC12の出力電圧とメインバッテリー10の電圧の差を解消することができる。

[0036] 特に、FCコンバータ16を用いてSOFC12の出力電圧とメインバッテリー10の電圧の差を調節する場合には、FCコンバータ16が双方向コンバータとして構成されるので、そもそも大型のFCコンバータ16が当該双方向化によってより複雑且つ大型化していた。これに対して、本実施形態の構成であれば、FCコンバータ16を、SOFC12からメインバッテリー10の方向に向かって昇圧する一方向コンバータとして構成することができるので、FCコンバータ16の構成も簡素化される。結果として、車両用電源システム100全体の構成をより好適に簡素化しつつ、SOFC12の出力電圧とメインバッテリー10の電圧の差の解消を実現することができる。

[0037] また、本実施形態の車両用電源システム100は、SOFC12の出力電圧を取得する燃料電池出力電圧取得部としてのFC電圧センサ30と、取得されたSOFC12の出力電圧であるFC出力電圧検出値 V_{fc_d} に基づいて、FC接続リレー18の開閉制御、及びサブコンバータ26の制御を実行するコントローラ90と、をさらに有する。

[0038] これにより、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} に応じて、SOFC12の開放電圧とメインバッテリー10の電圧との差に起因する突入電流を抑制し得るタイミングで、好適にFC接続リレー18を閉塞することができる。したがって、SOFC12の起動時などのシーンにおいて、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} と入力側コンデンサ電圧 V_{ic} との差が比較的小さくなるタイミングでFC接続リレー18を閉塞することができるので、突入電流の発生を好適に抑制することができる。

[0039] なお、本実施形態では、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} に基づいて、FC接続リレー18の開閉制御、及びサブコンバータ26の制御を実行する例を説明した。しかしながら、SOFC12の出力電圧とメインバッテリー10の電圧の差を解消する観点からFC接続リレー18の開閉制御、及びサブコンバータ26の制御が実行可能であるならば、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} に代えて、又はこれとともに他の任意の制御パラメータを用いてFC接続リレー18の開閉制御、及びサブコンバータ26の制御を実行するようにしても良い。

[0040] (第2実施形態)

以下、第2実施形態について説明する。なお、第1実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0041] 図2は、第2実施形態における車両用電源システム100の構成を示す図である。なお、図面の簡略化のため、FCコンバータ16の変圧回路16bは省略している。

[0042] 図示のように、本実施形態では、サブコンバータ26がFCコンバータ16に一体に組み込まれている。より詳細には、サブコンバータ26は、第1

実施形態と同様にサブバッテリー 22 と入力側コンデンサ 16 a の間のメインライン 14 に接続されつつも、FCコンバータ 16 に統合される。これにより、FCコンバータ 16 とサブコンバータ 26 内に含まれる制御基板や電源基板等に用いる回路素子や配線を共有することができ、システム構成をより簡素化することができる。

[0043] 特に、既に説明したように、サブコンバータ 26 は、補機類 400 への電力供給及び入力側コンデンサ 16 a への充電を主目的としているので、想定される制御電力が FCコンバータ 16 と比べて小さくなる。したがって、FCコンバータ 16 と比べて回路構成が簡素であり、部品点数も少ない。したがって、サブコンバータ 26 を FCコンバータ 16 へ組み込んだとしても、既存の FCコンバータ 16 の構成を複雑化させることなく、第 1 実施形態で説明した入力側コンデンサ 16 a への充電制御を実現することができる。

[0044] 以上説明した第 2 実施形態にかかる車両用電源システム 100 によれば、以下の作用効果を奏する。

[0045] 本実施形態の車両用電源システム 100 では、サブコンバータ 26 は、FCコンバータ 16 に一体に構成される。これにより、FCコンバータ 16 とサブコンバータ 26 内に含まれる制御基板や電源基板等に用いる回路素子や配線を共有することができ、システム構成をより簡素化することができる。結果として、車両用電源システム 100 の小型化に資することとなる。

[0046] (第 3 実施形態)

以下、第 3 実施形態について説明する。なお、第 1 実施形態又は第 2 実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

[0047] 図 3 は、本実施形態における車両用電源システム 100 の構成を示す図である。図示のように、本実施形態では、FCコンバータ 16 は、SOFC 12 とメインバッテリー 10 の間に、変圧回路 16 b としてのトランス 40 を備えている。したがって、トランス 40 によって SOFC 12 の出力電圧が昇圧され、メインバッテリー 10 に供給されることとなる。より詳細には、トランス 40 は、メインライン 14 において、入力側コンデンサ 16 a よりも二

次側（メインバッテリー10側）に配置されている。

[0048] また、本実施形態のSOFC12は、最大出力電圧が60V未満となるように構成されている。より具体的には、例えば、最大出力電圧が60V未満となるようにSOFC12を構成する単位セルの積層数が調節される。

[0049] 本実施形態によれば、SOFC12の最大出力電圧が60V未満に構成されることによって、当該SOFC12を車両の安全性の観点から定められる高電圧安全要求の対象部品から外することができる。

[0050] より詳細には、衝突時に比較的大きく損傷することが想定される車両の前方領域や後方領域（以下、単に「衝突領域」とも記載する）においては、安全上の観点から電圧が60Vを越える高電圧電気部品を設置しないことが要求される。しかしながら、本実施形態のSOFC12の最大出力電圧は60V未満であるため、このような高電圧電気部品に該当しなくなる。したがって、本来であれば設置が想定されない車両の前方領域や後方領域においてもSOFC12を設置することができる。

[0051] さらに、本実施形態では、FCコンバータ16のトランス40を、高電圧電気部品に該当しないSOFC12と、高電圧電気部品に該当するメインバッテリー10の間に介在させている。したがって、SOFC12とメインバッテリー10が直接的に配線されていないので、実質上、SOFC12が高電圧電気部品のメインバッテリー10から電氣的に独立することとなる。

[0052] すなわち、SOFC12と高電圧電気部品の直接的な電気接続が遮断されることとなるので、より確実にSOFC12をメインバッテリー10を含む高電圧系から独立させることができる。これにより、高電圧安全要求を満たしつつ、衝突領域を含めた車両の任意の領域にSOFC12を設置することができるので、車両のレイアウトの自由度を向上させることができる。

[0053] 以上説明した第3実施形態にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。

[0054] 本実施形態の車両用電源システム100では、FCコンバータ16の変圧部（変圧回路16b）は、トランス40により構成される。

[0055] これにより、S O F C 1 2 と高電圧電気部品のメインバッテリー 1 0 との間の直接的な電気接続を遮断することができるので、S O F C 1 2 を高電圧系から独立させることができる。

[0056] そして、本実施形態では、S O F C 1 2 は、最大出力電圧が 6 0 V 未満となるように構成されている。これにより、S O F C 1 2 を車両の安全性の観点から定められる高電圧安全要求の対象部品から外すことができる。

[0057] したがって、上述のように、F C コンバータ 1 6 において S O F C 1 2 とメインバッテリー 1 0 の間に変圧部としてのトランス 4 0 を介在させ且つ、S O F C 1 2 の最大出力電圧を 6 0 V 未満に構成することによって、S O F C 1 2 を非高電圧電気部品としつつ高電圧電気部品であるメインバッテリー 1 0 との直接的な電気接続を遮断することができる。したがって、高電圧安全要求を満たしつつ、衝突領域を含めた車両の任意の領域に S O F C 1 2 を設置することができるので、車両のレイアウトの自由度を向上させることができる。特に、車両前方や車両後方等の他の高電圧電気部品を含む他の部品の配置数が少ない領域に S O F C 1 2 を設置することで、作動温度が高い S O F C 1 2 をできるだけ他の部品から分離することができる。

[0058] なお、本実施形態では、サブコンバータ 2 6 が一体に組み込まれた構成の F C コンバータ 1 6 にトランス 4 0 を設ける例を示した。しかしながら、第 1 実施形態における図 1 で説明した F C コンバータ 1 6 とサブコンバータ 2 6 が分離された構成において、F C コンバータ 1 6 にトランス 4 0 を設けるようにしても良い。

[0059] (第 4 実施形態)

以下、第 4 実施形態について説明する。なお、第 1 ~ 第 3 実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。本実施形態では、第 1 ~ 第 3 実施形態で説明した構成の車両用電源システム 1 0 0 において、S O F C 1 2 の起動のシーンで実行される F C 接続リレー 1 8 を閉塞制御(以下、「起動時リレー閉塞制御」とも記載する)の一態様を説明する。

[0060] 図 4 は、本実施形態における起動時リレー閉塞制御の流れを説明するフロ

ーチャートである。

- [0061] 図示のように、ステップS 1 1 0において、コントローラ9 0は、S O F C 1 2が起動するか否かを判定する。より詳細には、コントローラ9 0は、メインバッテリー1 0の充電残量（S O C）が所定値を下回った場合などにおいてS O F C 1 2への発電要求を検出した際に、S O F C 1 2が起動すると判断する。そして、コントローラ9 0は、S O F C 1 2が起動すると判断した場合には、ステップS 1 2 0の処理を行う。
- [0062] ステップS 1 2 0において、コントローラ9 0は、F C接続リレー1 8の開放状態でF Cコンバータ1 6の入力側コンデンサ1 6 aを充電する。具体的には、コントローラ9 0は、入力側コンデンサ電圧V i cがF C出力電圧検出値V f c_dに近づくように、サブコンバータ2 6を制御して入力側コンデンサ1 6 aへ充電を行う。すなわち、入力側コンデンサ電圧V i cをS O F C 1 2の開放電圧に近づけて、入力側コンデンサ電圧V i cとS O F C 1 2の開放電圧の間の電圧差を抑制する。
- [0063] ステップS 1 3 0において、コントローラ9 0は、F C出力電圧検出値V f c_dと入力側コンデンサ電圧V i cの差の絶対値（以下、「F C-コンデンサ電圧差絶対値 | $\Delta V_{f c_d - i c}$ |とも記載する」）が、所定の閾値電圧差 $\Delta V_{t h}$ 以下であるか否かを判定する。そして、コントローラ9 0は、F C-コンデンサ電圧差絶対値 | $\Delta V_{f c_d - i c}$ | が閾値電圧差 $\Delta V_{t h}$ 以下であると判定すると、ステップS 1 4 0の処理を行う。
- [0064] そして、ステップS 1 4 0において、コントローラ9 0は、F C接続リレー1 8を閉塞する。
- [0065] 以上説明したステップS 1 2 0～ステップS 1 4 0の処理によれば、入力側コンデンサ電圧V i cとS O F C 1 2の開放電圧の間の電圧差を比較的小さくした状態でF C接続リレー1 8が閉塞されることとなる。したがって、F C接続リレー1 8の閉塞時における突入電流の発生を抑制することができる。
- [0066] 以上説明した第4実施形態にかかる車両用電源システム1 0 0によれば、

以下の作用効果を奏する。

- [0067] 本実施形態の車両用電源システム100では、コントローラ90は、SOFC12が起動するか否かを判定し（図4のステップS110）、SOFC12が起動すると判断すると、サブコンバータ26を制御してサブバッテリー22から入力側コンデンサ16aへの充電を行う（図4のステップS120）。そして、コントローラ90は、入力側コンデンサ16aへの充電の後にFC接続リレー18を閉塞する（図4のステップS140）。
- [0068] これによれば、SOFC12の起動時に、FC接続リレー18が開放された状態で入力側コンデンサ16aへ充電を行い、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} をSOFC12の開放電圧に近づけることができる。したがって、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} とSOFC12の開放電圧の間の電圧差を減少させ、当該電圧差が減少した状態でFC接続リレー18を閉塞することができるので、当該FC接続リレー18の閉塞時における突入電流の発生をより確実に抑制することができる。
- [0069] 特に、本実施形態の車両用電源システム100では、コントローラ90は、入力側コンデンサ16aの電圧である入力側コンデンサ電圧 V_{ic} とFC出力電圧検出値 V_{fc_d} の差としてのFC-コンデンサ電圧差絶対値 $|\Delta V_{fc_d - ic}|$ が閾値電圧差 ΔV_{th} 以下となるように、入力側コンデンサ16aへの充電を行う（図4のステップS120及びステップS130）。
- [0070] これにより、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} とSOFC12の開放電圧の間の電圧差をより確実に減少させることができる。
- [0071] なお、本実施形態では、コントローラ90が、SOFC12が起動すると判断するにあたり、SOFC12への発電要求があることを検出して入力側コンデンサ16aへ充電を行う例を説明した。しかしながら、例えば、メインバッテリー10のSOCを監視して、SOFC12の起動が必要となるという予測を検知して、当該予測が検知されたら、実際にSOFC12の起動処理に入る前（発電要求の検出の前）に入力側コンデンサ16aへ充電を行うようにしても良い。

- [0072] 次に、本実施形態の変形例について説明する。本変形例では、上記ステップS 1 2 0及びステップS 1 3 0にかかる入力側コンデンサ1 6 aへの充電制御の他の態様を説明する。
- [0073] 図5は、本変形例における起動時リレー閉塞制御の流れを説明するフローチャートである。なお、図5においては、図4で説明した処理と同様の処理について同じステップ番号を付している。
- [0074] 本変形例では、コントローラ90は、図4と同様にステップS 1 1 0及びステップS 1 2 0の処理を経て、ステップS 1 3 0においてFC-コンデンサ電圧差絶対値 $|\Delta V_{fc_d - ic}|$ が閾値電圧差 ΔV_{th} 以下であると判断すると、ステップS 1 3 1の判断処理を行う。
- [0075] ステップS 1 3 1において、コントローラ90は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} から入力側コンデンサ電圧 V_{ic} を減じて得られるFC-コンデンサ電圧差 $\Delta V_{fc_d - ic}$ が0以上であるか否かを判定する。すなわち、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が入力側コンデンサ電圧 V_{ic} 以上であるか否かを判定する。
- [0076] そして、コントローラ90は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が入力側コンデンサ電圧 V_{ic} 以上であると判定すると、ステップS 1 4 0においてFC接続リレー18を閉塞する。
- [0077] 一方、コントローラ90は、上記ステップS 1 3 1でFC出力電圧検出値 V_{fc_d} が入力側コンデンサ電圧 V_{ic} 未満であると判定すると、ステップS 1 3 2において入力側コンデンサ1 6 aに充電された電力を放電する。具体的に、コントローラ90は、サブコンバータ26を制御して、入力側コンデンサ1 6 aから図示しないサブコンバータ26に内蔵された又はサブコンバータ26とは別に構成された放電回路に充電電力を放電する。
- [0078] 本変形例によれば、SOFC12の出力電圧が入力側コンデンサ電圧 V_{ic} よりも高い状態でFC接続リレー18が閉塞されることとなるので、当該閉塞時に流れる電流をSOFC12から入力側コンデンサ1 6 aの向きにすることができる。したがって、FC接続リレー18の閉塞時に入力側コンデ

ンサ16aからSOFC12に電流が流れ込むことを抑制することができる。

[0079] なお、ステップS120で説明した充電の開始時点において、入力側コンデンサ16aの電圧はSOFC12の出力電圧と比べて低いと考えられる。したがって、ステップS120及びステップS130で説明したFC-コンデンサ電圧差絶対値 $|\Delta V_{fc_d-i c}|$ を閾値電圧差 $\Delta V_{t h}$ 以下とする充電制御の下においては、サブコンバータ26は基本的に入力側コンデンサ16aに電力を供給する状態（入力側コンデンサ16aからサブコンバータ26の向きに電力は供給されない）となる。すなわち、基本的には、上記充電制御中は入力側コンデンサ電圧 $V_{i c}$ がFC出力電圧検出値 $V_{f c_d}$ より低いと考えられる。しかしながら、SOFC12の短時間の停止の後の再起動時等のシーンにおいて入力側コンデンサ16aが既にある程度充電されている状態で、起動時リレー閉塞制御が開始されることも考えられる。

[0080] また、例えばオーバーシュートやハンチングなどの要因によって、入力側コンデンサ電圧 $V_{i c}$ がFC出力電圧検出値 $V_{f c_d}$ を超える事態も発生し得る。特に、FC-コンデンサ電圧差絶対値 $|\Delta V_{f c_d-i c}| \leq$ 閾値電圧差 $\Delta V_{t h}$ の範囲内において、入力側コンデンサ電圧 $V_{i c}$ がFC出力電圧検出値 $V_{f c_d}$ を超えた状態で制御値が静定することも想定される。

[0081] これに対して、本変形例の構成であれば、入力側コンデンサ電圧 $V_{i c}$ がFC出力電圧検出値 $V_{f c_d}$ を超えた場合に、入力側コンデンサ16aを放電する制御、すなわち、入力側コンデンサ電圧 $V_{i c}$ をSOFC12の出力電圧以下とする制御を行うことで、入力側コンデンサ電圧 $V_{i c}$ がFC出力電圧検出値 $V_{f c_d}$ を超えた状態でFC接続リレー18を閉塞することをより確実に抑制できる。結果として、FC接続リレー18の閉塞時におけるSOFC12への電流の流入をより確実に防止することができる。

[0082] 以上説明した第4実施形態の変形例にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。

[0083] 本変形例の車両用電源システム100では、コントローラ90は、入力側

コンデンサ電圧 V_{ic} が FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} 以下となるように、サブコンバータ 26 を制御して入力側コンデンサ 16 a への充電を行う（図 5 のステップ S 131 及びステップ S 132）。

[0084] これにより、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} が FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} を超えた状態で FC 接続リレー 18 を閉塞することがより確実に抑制され、FC 接続リレー 18 の閉塞時における SOFC 12 への電流の流入をより確実に防止することができる。結果として、SOFC 12 に電流が流れ込むことによって引き起こされる SOFC 12 の構成部品への悪影響をより確実に防ぐことができる。

[0085] なお、本変形例では、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} を SOFC 12 の出力電圧以下とする制御の一例として、入力側コンデンサ 16 a を放電する制御を説明した。しかしながら、これ以外を入力側コンデンサ電圧 V_{ic} を SOFC 12 の出力電圧以下とする制御を採用しても良い。例えば、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} の目標値を、FC-コンデンサ電圧差絶対値 $|\Delta V_{fc_d} - i_c|$ を閾値電圧差 ΔV_{th} 以下となる範囲で FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} に対して所定のマージン分低く設定することで、入力側コンデンサ電圧 V_{ic} が SOFC 12 の出力電圧以下に維持されるようにしても良い。

[0086] （第 5 実施形態）

以下、第 5 実施形態について説明する。なお、第 1～第 4 実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。特に、本実施形態では、上記起動時リレー閉塞制御に関し、第 4 実施形態とは別の態様を説明する。

[0087] また、本実施形態については、説明の簡略化の観点から、図 4 に示す第 4 実施形態の起動時リレー閉塞制御をベースとすることを前提に説明するが、第 5 実施形態～第 9 実施形態のいずれの実施形態においても、図 5 に示す第 4 実施形態の変形例にかかる起動時リレー閉塞制御をベースとしても良い。

[0088] 図 6 は、本実施形態における起動時リレー閉塞制御の流れを説明するフローチャートである。

- [0089] 図示のように、ステップS210において、コントローラ90は、第4実施形態と同様に、SOFC12が起動するか否かを判定する。そして、コントローラ90は、SOFC12が起動すると判断した場合には、ステップS220の処理を行う。
- [0090] ステップS220において、コントローラ90は、SOFC12の発電が許可されているか否かを判断する発電許可判定を行う。具体的に、SOFC12の起動処理においては、当該SOFC12を図示しない起動燃焼器等で加熱する暖機処理が行われ、SOFC12の温度が徐々に上昇して、所定の作動温度（例えば、700℃～900℃）に近づいていく。SOFC12はこのような適切な作動温度に到達することで、要求される発電特性で動作する。
- [0091] したがって、本実施形態では、暖機処理が完了した状態であれば、SOFC12の発電が許可されている状態と判断する。一方で、SOFC12の暖機処理が完了しておらず、SOFC12が上記好適な作動温度に到達していない場合には、SOFC12が要求される発電特性に到達していない可能性があるため、SOFC12の発電が許可されていないと判断される。
- [0092] なお、FC接続リレー18が開放されており、SOFC12から実質的に電流の取り出しが行われていない場合には、SOFC12の発電特性はSOFC12の開放電圧の大きさに相関する。すなわち、SOFC12の開放電圧が大きいほど、SOFC12の発電特性が高い。したがって、本実施形態では、FC接続リレー18が開放されている状態において、SOFC12の開放電圧としてのFC出力電圧検出値Vfc_dに基づいて、SOFC12の発電許可の判定を行う。以下、具体的な発電許可判定の内容について説明する。
- [0093] 図7は、本実施形態におけるSOFC12の発電が許可されているかどうかの判定の処理を示すフローチャートである。
- [0094] 図示のように、ステップS221においてコントローラ90は、FC電圧センサ30からFC出力電圧検出値Vfc_dを取得する。

- [0095] そして、ステップS 2 2 2において、コントローラ90は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} に到達したか否か、すなわち $V_{fc_d} \geq V_{th1}$ となっているか否かを判定する。ここで、閾値電圧 V_{th1} は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が、通常要求されるSOFC12の発電特性を発揮できると判断する（暖機処理が終了したと判断する）ための基準として好適に設定される。
- [0096] そして、コントローラ90は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} 以上であると判断すると、SOFC12の発電が許可されていると判断し、ステップS 2 3 0に進む。
- [0097] 図6に戻り、コントローラ90は、第4実施形態にかかる図5のステップS 1 2 0、ステップS 1 3 0、及びステップS 1 4 0の処理と同様にステップS 2 3 0、ステップS 2 4 0、及びステップS 2 5 0の処理を経て、FC接続リレー18を閉塞する。
- [0098] したがって、本実施形態によれば、SOFC12の発電が許可されて発電特性が安定した状態でFC接続リレー18を閉塞することができる。すなわち、SOFC12からの取り出し電流に対して出力電圧の変化が比較的小さい領域においてFC接続リレー18を閉塞することができる。
- [0099] これにより、例えば、SOFC12の出力電圧が入力側コンデンサ電圧 V_{ic} 以上となっている状態でFC接続リレー18を閉塞した場合において、SOFC12から入力側コンデンサ16aに電流が流れることでSOFC12の出力電圧が大きく低下し、それによってさらに入力側コンデンサ電圧 V_{ic} がSOFC12の出力電圧を越えて逆向きに電流が流れる状態（電圧のハンチング）を抑制することができる。
- [0100] 以上説明した第5実施形態にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。
- [0101] 本実施形態の車両用電源システム100では、コントローラ90は、SOFC12の起動時にSOFC12の発電が許可されているか否かを判定し（図6のステップS 2 2 0）、SOFC12の発電が許可されていると判断す

ると、サブコンバータ26を制御して入力側コンデンサ16aへの充電を行い(図6のステップS230)、入力側コンデンサ16aへの充電の後にFC接続リレー18を閉塞する(図6のステップS250)。特に、コントローラ90は、SOFC12の発電が許可されている否かの判定を、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} 以上である否かに基づいて行い(図7のステップS222)、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} 以上である場合に、SOFC12の発電が許可されていると判断する(図7のステップS223)。

[0102] これにより、SOFC12の発電が許可されて発電特性が安定した状態をより確実に検知して、その安定したタイミングでFC接続リレー18を閉塞することができる。すなわち、SOFC12からの取り出し電流に対して出力電圧の変化が比較的小さい領域においてFC接続リレー18を閉塞することができる。これにより、FC接続リレー18の閉塞後において、メインバッテリー10への供給等のためにSOFC12から電流を取り出す際に、SOFC12の出力電圧の変動に起因する上記電圧のハンチングを抑制することができる。

[0103] なお、本実施形態にかかるFC出力電圧検出値 V_{fc_d} に基づく発電許可判定であれば、例えば、SOFC12の温度自体は好適な作動温度に達しているものの、SOFC12の燃料と空気の供給バランス(ストイキ比)が適切ではない等の他の種々の要因に基づいてSOFC12の発電が安定していない状況においてもFC出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} に到達しないので、この場合も発電が許可されないこととなる。

[0104] すなわち、SOFC12の温度が作動温度に達していないという状況以外の他の要因により発電が安定しない場合でも、FC接続リレー18は閉塞されないこととなる。したがって、これらの他の要因でSOFC12の発電が安定せずに上述の電圧のハンチングが懸念される場合をより確実に検出して、FC接続リレー18を閉塞しないようにすることができる。結果として、より確実にFC接続リレー18の閉塞時の突入電流の発生を抑制することが

できる。

[0105] なお、上記実施形態においては、コントローラ90は、FC出力電圧検出値 V_{fc_d} に基づいてSOFC12の発電が許可されているかどうかを判定している。しかしながら、例えば、コントローラ90は、SOFC12に比較的小さい所定の負荷を与え、当該負荷によるSOFC12の出力電流の変化、及び負荷を与える前後のFC出力電圧検出値 V_{fc_d} の変化に基づいてSOFC12の発電特性を推定し、推定した発電特性が所定の発電特性閾値に到達した場合に発電が許可されていると判断するようにしても良い。

[0106] (第6実施形態)

以下、第6実施形態について説明する。なお、第1～第5実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。本実施形態では、FC接続リレー18の閉塞制御におけるSOFC12の発電許可判定を、第5実施形態のFC出力電圧検出値 V_{fc_d} に代えてSOFC12の温度(スタック温度 T_s)に基づいて行う。

[0107] 図8は、本実施形態における車両用電源システム100の構成を示す図である。図示のように、この車両用電源システム100には、第3実施形態で説明したシステム構成(図3参照)を基本としつつ、SOFC12にその温度を検出するためのスタック温度センサ32が設けられている。そして、このスタック温度センサ32で検出されるスタック温度検出値 T_{s_d} は、適宜、コントローラ90に送信される。

[0108] なお、本実施形態における起動時リレー閉塞制御の流れは、第5実施形態にかかる図6で示した流れと同様であるので、第5実施形態と相違する発電許可判定の部分のみを説明する。

[0109] 図9は、本実施形態におけるSOFC12の発電が許可されているかどうかの判定の処理を示すフローチャートである。

[0110] 図示のように、ステップS221'においてコントローラ90は、スタック温度センサ32からスタック温度検出値 T_{s_d} を取得する。

[0111] そして、ステップS222'において、コントローラ90は、スタック温

度検出値 T_{s_d} が第1 閾値温度 T_{th1} に到達したか否か、すなわち $T_{s_d} \geq T_{th1}$ となっているか否かを判定する。ここで、第1 閾値温度 T_{th1} は、スタック温度検出値 T_{s_d} が通常要求される SOFC12 の発電特性が得られる温度であるか否かという観点から定められる。

[0112] そして、スタック温度検出値 T_{s_d} が第1 閾値温度 T_{th1} 以上であると判定すると、ステップ S223´ においてコントローラ90は、SOFC12 の発電が許可されていると判断し、第5実施形態にかかる図6のステップ S230、ステップ S240、及びステップ S250 の処理を経て、FC 接続リレー18を閉塞する。

[0113] したがって、本実施形態によれば、スタック温度 T_s が所定の作動温度に到達したことをより確実に検知して、FC 接続リレー18を閉塞することができる。なお、SOFC12 の起動時においては、概ね、暖機処理の進行に伴うスタック温度 T_s の上昇が、SOFC12 の発電特性の向上に相関している。したがって、スタック温度検出値 T_{s_d} に基づいてSOFC12 の発電が許可されているか否かを判定することで、SOFC12 の発電特性が要求される特性となったときを好適に検知して、FC 接続リレー18を閉塞することができる。

[0114] 以上説明した第6実施形態にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。

[0115] 本実施形態の車両用電源システム100では、SOFC12 の温度としてのスタック温度検出値 T_{s_d} を取得する燃料電池温度取得部であるスタック温度センサ32をさらに有する。そして、コントローラ90は、SOFC12 の発電が許可されている否かの判定を、スタック温度検出値 T_{s_d} が第1 閾値温度 T_{th1} 以上であるか否かに基づいて行い（図9のステップ S222´）、第1 閾値温度 T_{th1} 以上である場合にSOFC12 の発電が許可されていると判断する（図9のステップ S223´）。

[0116] これにより、暖機処理の進行に伴うSOFC12 の発電特性の上昇をより確実に検知して、FC 接続リレー18を閉塞することができる。すなわち、

S O F C 1 2からの取り出し電流に対して出力電圧の変化が比較的小さいタイミングでより確実に、F C接続リレー18を閉塞することができる。これにより、F C接続リレー18の閉塞後において、メインバッテリー10への供給等のためにS O F C 1 2から電流を取り出す際に、S O F C 1 2の出力電圧の変動に起因する上述の電圧のハンチングをより好適に抑制することができる。

[0117] 特に、本実施形態にかかる発電許可判定が行われるS O F C 1 2の起動シーンにおいては、事実上、スタック温度 T_s がS O F C 1 2の発電特性を表すパラメータとみなすことができるので、スタック温度検出値 T_{s_d} をパラメータとすることで高精度にS O F C 1 2の発電特性を把握し、適切なタイミングでF C接続リレー18を閉塞することができる。結果として、より確実にF C接続リレー18の閉塞時の突入電流の発生を抑制することができる。

[0118] なお、本実施形態では、第3実施形態で説明したシステム構成（図3参照）を基本としつつ、S O F C 1 2にその温度を検出するスタック温度センサ32が設けて、F C接続リレー18の閉塞制御及び当該閉塞制御における発電許可判定を行う例を説明した。しかしながら、これに限られず、第1実施形態で説明したシステム構成（図1参照）及び第2実施形態で説明したシステム構成（図2参照）を基本としつつ、S O F C 1 2にその温度を検出するスタック温度センサ32が設けて、F C接続リレー18の閉塞制御及び当該閉塞制御における発電許可判定を行うようにしても良い。

[0119] また、スタック温度 T_s （スタック温度検出値 T_{s_d} ）に加えて、S O F C 1 2の出力電圧（F C出力電圧検出値 V_{fc_d} ）を用いて、発電許可判定を行うようにしても良い。例えば、スタック温度検出値 T_{s_d} 及びF C出力電圧検出値 V_{fc_d} の双方が、それぞれ、第1閾値温度 T_{th1} 及び閾値電圧 V_{th1} 以上となった場合に、S O F C 1 2の発電が許可されていると判断するようにしても良い。

[0120] すなわち、既に説明したように、S O F C 1 2の起動シーンにおいては、

通常、スタック温度 T_s が SOFC 12 の発電特性を表すパラメータとなり得る。しかしながら、例えば暖機処理そのものは正常に行われているもの、SOFC 12 に供給される燃料及び空気のストイキ比が適切でない等の理由でスタック温度検出値 T_{s_d} が第 1 閾値温度 T_{th1} 以上であるにもかかわらず、所望の発電特性が得られない場合が想定される。この場合、実際には発電特性が低く SOFC 12 の準備が十分ではないので、発電が許可されていないと判断されることが好ましい。

[0121] これに対して、上述のようにスタック温度検出値 T_{s_d} 及び FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} の双方に基づいて、SOFC 12 の発電許可判定をすることで、スタック温度検出値 T_{s_d} が第 1 閾値温度 T_{th1} 以上であっても、FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} 以上とならないので、上述の所望の発電特性が得られていない状態をより確実に検知して発電が許可されていないと判断することができる。

[0122] 一方で、例えば SOFC 12 を構成する単位セルの個体差等の要因により、SOFC 12 の開放電圧が想定以上に高くなり、SOFC 12 が所望の発電特性に達していないにもかかわらず、FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} が閾値電圧 V_{th1} 以上となる場合が想定される。この場合には、実際には暖機処理が完了していないため、スタック温度検出値 T_{s_d} は第 1 閾値温度 T_{th1} 以上とならず、発電が許可されていないと判断することができる。

[0123] したがって、スタック温度検出値 T_{s_d} 及び FC 出力電圧検出値 V_{fc_d} の双方に基づいて、SOFC 12 の発電許可判定をすることで、突入電流の発生をより確実に抑制し得るタイミングで、FC 接続リレー 18 の閉塞することができる。

[0124] (第 7 実施形態)

以下、第 7 実施形態について説明する。なお、第 1 ~ 第 6 実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。特に、本第 7 実施形態、後述の第 8 ~ 第 9 実施形態では、第 4 ~ 第 6 実施形態で説明した起動時リレー閉塞制御 (図 4 ~ 図 6 参照) によって FC 接続リレー 18 が閉塞

された後の制御の各態様を説明する。

- [0125] 特に、本実施形態では、FC接続リレー18の閉塞後、SOFC12の作動中に所定の発電停止要求が発せられた場合に、当該発電停止要求に従いSOFC12を停止させる際の車両用電源システム100の制御（以下では、「SOFC停止関連制御」とも記載する）の一態様を説明する。
- [0126] 図10は、本実施形態におけるSOFC停止関連制御の流れを示すフローチャートである。
- [0127] 図示のように、ステップS140（図4参照）又はステップS250（図6参照）でFC接続リレー18が閉塞されると、コントローラ90は、ステップS310以降のSOFC停止関連制御を実行する。
- [0128] ステップS310において、コントローラ90は、サブコンバータ26を停止する。例えば、コントローラ90は、FC接続リレー18の閉塞とほぼ同時に（当該閉塞をトリガとして）、サブコンバータ26を停止させる。
- [0129] サブコンバータ26は、SOFC12の起動時における入力側コンデンサ16aへの充電制御に用いられるものであり、基本的にSOFC12の作動中は稼働させる必要性が低い。したがって、本実施形態のように、FC接続リレー18の閉塞に併せて、速やかにサブコンバータ26を停止させることによって、サブコンバータ26を無用に作動させ続けることによる電力消費を抑制することができる。
- [0130] ステップS320において、コントローラ90は、上述のようにサブコンバータ26を停止させた後、SOFC12の発電停止要求があるか否かを判定する。具体的に、コントローラ90は、例えば、図示しない所定のSOFC停止操作スイッチの操作を検知することで、発電停止要求があると判断する。
- [0131] ステップS330において、コントローラ90は、SOFC12を停止させる。具体的に、コントローラ90は、例えば、SOFC12を発電させるための燃料系や空気系のアクチュエータを備えたSOFCシステムを停止させる指令を発する。この指令にしたがい、SOFC12への燃料供給が停止

され、S O F C 1 2 の冷却処理を含む停止シーケンスが実行される。

[0132] そして、ステップS 3 4 0において、コントローラ9 0は、サブコンバータ2 6を再作動させる。これは、S O F C 1 2の停止時におけるアノード極触媒の酸化劣化を抑制するため行われる後述のE A P (Electric Anode Protection) 処理に関し、当該E A P処理の印加電圧の制御をサブコンバータ2 6により行うためである。

[0133] ステップS 3 5 0において、コントローラ9 0は、燃料電池保護処理としてのE A P処理を実行する。ここで、E A P処理とは、S O F C 1 2の停止時などの当該S O F C 1 2のアノード極が酸化雰囲気になり得るシーンにおいて、S O F C 1 2の発電により得られる電圧と逆向きの電圧である所望の大きさの保護電圧がS O F C 1 2に印加されるように、S O F C 1 2に所定の大きさの電流（以下、「E A P電流」とも記載する）を供給する処理である。

[0134] 特に、本実施形態では、E A P処理用の電源としてサブバッテリー2 2が用いられ、サブコンバータ2 6によりE A P電流が調節される。すなわち、本実施形態においては、コントローラ9 0は、サブコンバータ2 6を制御してサブバッテリー2 2から取り出す電力を調節し、E A P電流を所望の大きさに制御する。

[0135] なお、本実施形態では、E A P処理が実行されるときには、F C接続リレー1 8が閉塞されている状態であるため、サブバッテリー2 2からS O F C 1 2へのE A P電流を供給することが可能となっている。

[0136] また、本実施形態のサブコンバータ2 6は、第4実施形態等で説明したS O F C 1 2の起動時における入力側コンデンサ1 6 aへの充電に加えて、上記E A P処理の実行に用いるため、F Cコンバータ1 6よりは小さい出力としつつも、入力側コンデンサ1 6 aへの充電制御のみを行う場合に比べて若干出力を大きく構成することが望ましい。

[0137] 次に、ステップS 3 6 0において、コントローラ9 0は、スタック温度センサ3 2で得られるスタック温度検出値 T_{s_d} が、所定の第2閾値温度 T_t

h 2 以下であるか否かを判定する。

[0138] ここで、アノード極内の触媒が酸化する反応（より詳細には、酸化ニッケルが生成される反応）は、酸化劣化点（例えば400℃～500℃の間の温度）を下回ると発生しなくなることが知られている。すなわち、酸化劣化点は、アノード極の酸化劣化が発生する温度の下限である。したがって、SOFC12の停止シーケンスに含まれる冷却処理によってSOFC12の温度が低下していくことで、当該温度を下回れば、EAP処理を停止することができる。このため、本実施形態では、EAP処理を停止するか否かの判定として、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2閾値温度 T_{th2} 以下であるか否かを判定している。

[0139] したがって、第2閾値温度 T_{th2} としては、上記酸化劣化点又はその近傍の温度に設定することが好ましい。

[0140] そして、コントローラ90は、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2閾値温度 T_{th2} 以下であると判定すると、ステップS370においてEAP処理を終了する。具体的に、コントローラ90は、サブコンバータ26を制御してEAP電流を0に設定する。

[0141] なお、EAP処理を終了した後は、コントローラ90は、適宜、FC接続リレー18の開放及びサブコンバータ26の再停止を行う。

[0142] 以上説明した第7実施形態にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。

[0143] 本実施形態の車両用電源システム100では、コントローラ90は、FC接続リレー18を閉塞すると、サブコンバータ26を停止する（図10のステップS310）。

[0144] したがって、FC接続リレー18の閉塞に併せて、速やかにサブコンバータ26を停止させることができ、サブコンバータ26を無用に作動させ続けることによる電力消費を抑制することができる。

[0145] また、コントローラ90は、サブコンバータ26の停止（図10のステップS310）の後、SOFC12の発電停止要求があるか否かを判定し（図

10のステップS320)、SOFC12の発電停止要求があると判断すると、SOFC12の発電を停止させ(図10のステップS330)、FC接続リレー18が閉塞された状態のままサブコンバータ26を再作動させ(図10のステップS340)、該再作動させたサブコンバータ26を制御して、サブバッテリー22からSOFC12に所定電圧を印加する燃料電池保護処理としてのEAP処理を実行する(図10のステップS350)。

[0146] これにより、EAP処理が実行されるときには、FC接続リレー18が閉塞されている状態であるため、サブバッテリー22からSOFC12へのEAP電流の供給が可能となっている。そして、サブコンバータ26を用いてサブバッテリー22からSOFC12へのEAP電流を供給するようにしたこと、EAP処理を行うための他のコンバータやバッテリーを設けることなく、EAP処理を実行することができる。

[0147] すなわち、第4実施形態等で説明した入力側コンデンサ16aへの充電を行うためのサブコンバータ26を用いて、EAP処理も実行することができるので、既存のシステム構成を簡素化しつつ、起動時リレー閉塞制御及び停止時等のEAP処理の双方を実現することができる。特に、FCコンバータ16を双方向化してこれによりEAP処理を実行していた既存のシステムと比較すると、よりシステム構成を簡素化することができる。

[0148] さらに、サブコンバータ26を用いてEAP処理を実行することで、SOFC12の停止時等のアノード極内が酸化雰囲気になる懸念のあるシーンにおいて、当該酸化雰囲気を解消するためのアノード極内への燃料ガス供給(燃料ガスパージ)を不要とすることができる。したがって、既存のシステム構成の簡素化を実現しつつも、燃料消費量の抑制を図ることができ、結果として車両の航続距離の拡大に寄与することができる。

[0149] さらに、本実施形態の車両用電源システム100は、SOFC12の温度であるスタック温度検出値 T_{s_d} を取得する燃料電池の温度取得部としてのスタック温度センサ32(図8参照)を有する。そして、コントローラ90は、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2閾値温度 T_{th2} 以下であると判断す

ると、EAP処理を終了する（図10のステップS360及びステップS370）。

[0150] これにより、アノード極内の触媒酸化が発生し難くなる程度にスタック温度 T_s が低下したら、速やかにEAP処理を終了することができる。したがって、EAP処理の消費電力を抑制することができる。

[0151] 特に、第2閾値温度 T_{th2} は、SOFC12のアノード極内の酸化劣化が発生する温度としての酸化劣化点に設定される。これにより、スタック温度 T_s が、理論的にアノード極内の触媒酸化が発生しなくなる酸化劣化点を下回るタイミングで、EAP処理を終了することができる。すなわち、EAP処理をより適切なタイミングで終了させることができるので、EAP処理の消費電力を抑制でき、EAP処理による酸化劣化を抑制する効果をより確実に発揮させることができる。

[0152] なお、本実施形態では、SOFC12の作動中においてサブコンバータ26を停止するようにしている（図10のステップS310参照）。しかしながら、SOFC12の作動中にサブコンバータ26を稼働させ続けても良い。また、その場合のSOFC停止関連制御は、本実施形態で説明した図10のSOFC停止関連制御に対して、ステップS310の処理（サブコンバータ26の停止）及びステップS340の処理（サブコンバータ26の再作動）が除かれる以外は同様である。

[0153] （第8実施形態）

以下、第8実施形態について説明する。なお、第1～第7実施形態と同様の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。本実施形態では、特に、第7実施形態で説明したSOFC停止関連制御とは別の態様のSOFC停止関連制御を説明する。

[0154] 図11は、本実施形態における車両用電源システム100の構成を示す図である。図示のように、この車両用電源システム100には、第3実施形態で説明したシステム構成（図3参照）を基本としつつ、メインバッテリー10にその充電量（SOC）を検出するためのSOCセンサ34が設けられてい

る。

- [0155] SOCセンサ34は、例えば、メインバッテリー10の電圧及び充放電電流を検出し、当該電圧と電流の積算値等から、メインバッテリー10の充電量を演算する。そして、このSOCセンサ34で検出される充電量検出値（以下、「充電量検出値SOC_d」と記載する）は、適宜、コントローラ90に送信される。
- [0156] 図12は、本実施形態におけるSOFC停止関連制御の流れを示すフローチャートである。
- [0157] 図示のように、ステップS140（図4参照）又はステップS250（図6参照）でFC接続リレー18が閉塞されると、コントローラ90は、ステップS410以降の処理を実行する。なお、図に示すステップS410～ステップS430までの各処理は、第7実施形態のステップS310～ステップS330の各処理とそれぞれ同様であるので、詳細な説明を省略する。
- [0158] 上記ステップS430でSOFC12の発電が停止されると、ステップS440において、コントローラ90は、SOCセンサ34で得られる充電量検出値SOC_dが、所定の第1充電量閾値 α_{th1} を越えるか否かを判定する。
- [0159] ここで、第1充電量閾値 α_{th1} とは、SOFC12を停止しても、所定時間の間、車両の走行等に要求される電力が不足しない程度にメインバッテリー10に十分な電力が充電されているか否かという観点から定められる閾値である。すなわち、メインバッテリー10に上記所定時間の間、走行できる程度の電力が充電されているならば、SOFC12への再度の発電要求が発せられるまでの時間が長くなると考えられるため、SOFC12の発電停止状態が長く続くと予測される。一方で、メインバッテリー10の電力が所定時間の車両の走行で要求される電力に対して不足している場合には、SOFC12への再度の発電要求が発せられるまでの時間が短くなると考えられる。
- [0160] したがって、本実施形態では、メインバッテリー10の電力が所定時間の車両の走行で要求される電力に対して不足しているか否かに応じて、後のEA

P処理を実行するか否かを判断するようにした。

[0161] より詳細に説明すると、メインバッテリー10の電力が所定時間の車両走行に要求される電力に対して十分である場合には、SOFC12の発電停止状態が長く続くと予測されるため、SOFC12への燃料供給の停止時間も長くなる。これにより、アノード極内の燃料ガス分圧の低下が進行してアノード極内がより酸化雰囲気になり易くなる。したがって、この場合には、アノード極触媒の酸化劣化を抑制するためにEAP処理を実行する必要性が高いため、EAP処理を実行する（ステップS440の「Yes」以降）。

[0162] 一方で、メインバッテリー10の電力が所定時間の車両の走行で要求される電力に対して不足している場合には、SOFC12の発電停止状態が相対的に短くなると予測されるため、SOFC12への燃料供給の停止時間も相対的に短くなる。これにより、アノード極内の燃料ガス分圧の低下があまり進行しない状態で再度の発電要求が出される可能性がある。したがって、この場合には、アノード極触媒の酸化劣化をもたらすほどアノード極内の燃料ガス分圧の低下が進行する可能性が低いため、消費電力を抑制する観点からEAP処理を実行しないようにする（ステップS440の「No」以降）。

[0163] したがって、コントローラ90は、コントローラ90は、充電量検出値SOC_dが第1充電量閾値 α_{th1} 以下であると判定した場合、本SOFC停止関連制御を終了する。一方で、コントローラ90は、充電量検出値SOC_dが第1充電量閾値 α_{th1} を越えると判定すると、ステップS450の処理を実行する。

[0164] ステップS450において、コントローラ90は、サブコンバータ26を再作動させる。そして、コントローラ90は、その後のステップS460においてEAP処理関連制御を実行する。

[0165] 図13は、EAP処理関連制御の詳細を示すフローチャートである。

[0166] 図示のように、ステップS461において、コントローラ90は、EAP処理を開始する。

[0167] 次に、ステップS462において、コントローラ90は、スタック温度検

出値 T_{s_d} が、第2 閾値温度 T_{th2} 以下であるか否かを判定する。ここで、コントローラ 90 は、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2 閾値温度 T_{th2} 以下であると判定すると、第7 実施形態と同様、EAP 処理を終了する（ステップ S465）。

[0168] 一方、コントローラ 90 は、スタック温度検出値 T_{s_d} が、第2 閾値温度 T_{th2} を超えていると判定すると、ステップ S463 の判断処理を実行する。

[0169] ステップ S463 において、コントローラ 90 は、SOFC12 に対する再度の発電要求があるか否かを判定する。そして、コントローラ 90 は、SOFC12 に対する再度の発電要求があると判定すると、ステップ S464 の判断処理を実行する。

[0170] ステップ S464 において、コントローラ 90 は、SOFC12 への燃料供給が開始されたか否かを判定する。すなわち、コントローラ 90 は、上記再度の発電要求に基づいて SOFC12 の起動処理が行われている段階で、SOFC12 への燃料供給が開始されたか否かを判定する。

[0171] そして、コントローラ 90 は、燃料供給が開始されたと判定すると、ステップ S465 に進み、EAP 処理を終了する。すなわち、SOFC12 への燃料供給が開始された場合には、当該燃料供給によりアノード極内の酸化雰囲気 が解消され、アノード極触媒の酸化劣化が実質的に生じない状態となるため、EAP 処理を終了させる。

[0172] なお、本実施形態においては、図13 から理解されるように、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2 閾値温度 T_{th2} 以下となっていない前提（ステップ S462 の「No」）において、上記ステップ S463 における再度の発電要求があるか否かの判断、及び上記ステップ S464 における SOFC12 への燃料供給が開始されているか否かの判断において、少なくとも何れかが否定的である場合には、EAP 処理は継続されることとなる。

[0173] すなわち、本実施形態によれば、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2 閾値温度 T_{th2} 以下となっていない場合であっても、再度の SOFC12 の起動

要求に基づいて燃料供給が開始された場合に、EAP処理を停止させるので、無用にEAP処理を継続させることによる電力消費を抑制することができる。

[0174] 以上説明した第8実施形態にかかる車両用電源システム100によれば、以下の作用効果を奏する。

[0175] 本実施形態の車両用電源システム100では、メインバッテリー10の充電量を取得する充電量取得部としてのSOCセンサ34（図11）をさらに有する。そして、コントローラ90は、サブコンバータ26の停止（図12のステップS410）の後、SOFC12の発電停止要求があるか否かを判定し（図12のステップS420）、SOFC12の発電停止要求があると判断すると、SOFC12の発電を停止させ（図12のステップS430）、メインバッテリー10の充電量取得値としての充電量検出値SOC_dが所定の第1充電量閾値 α_{th1} を越えるか否かを判定し（図12のステップS440）、充電量検出値SOC_dが第1充電量閾値 α_{th1} を越えると判定されると、FC接続リレー18が閉塞された状態のままサブコンバータ26を再作動させ（図12のステップS450）、該再作動させたサブコンバータ26を制御してサブバッテリー22からSOFC12に所定電圧を印加するEAP処理を実行する（図12のステップS460）。

[0176] これにより、EAP処理が実行されるときには、FC接続リレー18が閉塞されている状態であるため、サブバッテリー22からSOFC12へのEAP電流を供給することが可能となっている。そして、サブコンバータ26を用いてサブバッテリー22からSOFC12へのEAP電流を供給するようにしたことで、EAP処理を行うための他のコンバータやバッテリーを設けることなく、EAP処理を実行することができる。

[0177] また、本実施形態では、メインバッテリー10の充電量検出値SOC_dが第1充電量閾値 α_{th1} を越えると、EAP処理を実行するためにサブコンバータ26を再作動させるようにしている。すなわち、メインバッテリー10の電力が上記所定時間の車両走行等に要求される電力に対して十分である場合

にEAP処理を実行するようにしている。

[0178] これにより、例えば、上記所定時間にSOFC12を再起動が要求されると考えられるほどメインバッテリー10のSOCが低い場合には、SOFC12の停止時間が短くアノード極触媒の酸化劣化をもたらす程度にアノード極内の燃料ガス分圧の低下が進行しない可能性が高い。したがって、本実施形態では、この状況を好適に判断してEAP処理を実行しないようにすることができる。したがって、EAP処理を極力実行しないようにして、消費電力を削減することができる。

[0179] なお、例えば、本実施形態におけるステップS430に従いSOFC12を停止させた後において車両の走行時間を設定又は予測し、この設定又は予測された車両の走行時間に基づいて、SOFC12の停止中に車両で要求される消費電力の予測値を演算し、この消費電力の予測値に基づいて、EAP処理を行うか否かの判断基準である第1充電量閾値 α_{th1} を決めるようにしても良い。

[0180] さらに、本実施形態の車両用電源システム100では、コントローラ90は、SOFC12に対する再度の発電要求があった場合に（図13のステップS463の「Yes」）、SOFC12への燃料供給が開始されると（図13のステップS464の「Yes」）、EAP処理を終了する（図13のステップS465）。

[0181] これにより、再度のSOFC12の発電要求に基づいて燃料供給が開始された場合に、EAP処理を停止させるので、無用にEAP処理を継続させることによる電力消費を抑制することができる。特に、本実施形態のように、スタック温度検出値 T_{s_d} が第2閾値温度 T_{th2} 以下となっていない場合であっても、SOFC12の発電要求に従い燃料供給が開始されてアノード極内の酸化雰囲気が消される状態で、EAP処理を停止させるので、無用にEAP処理を継続させることによる電力消費を抑制することができる。

[0182] （第9実施形態）

以下、第9実施形態について説明する。なお、第1～第8実施形態と同様

の要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。本実施形態では、図10のステップS370又は図12のステップS490で説明したEAP処理を終了した後のEAP終了後制御について説明する。

[0183] 図14は、本実施形態における車両用電源システム100の構成を示す図である。図示のように、この車両用電源システム100には、第2実施形態で説明したシステム構成（図2参照）にスタック温度センサ32及びSOCセンサ34を設け、且つSOFC12の出力が60V以上である構成を基本としつつ、サブコンバータ26に放電回路26aが組み込まれている。この放電回路26aは、コントローラ90からの指令に応じて入力側コンデンサ16aの充電電力を放電させる。

[0184] 図15は、本実施形態のEAP終了後制御の流れを示すフローチャートである。

[0185] 図示のように、ステップS370（図10参照）又はステップS490（図12参照）でFC接続リレー18が閉塞されると、コントローラ90は、ステップS510以降のEAP終了後制御を実行する。

[0186] ステップS510において、コントローラ90は、サブコンバータ26を制御して放電回路26aにより、入力側コンデンサ16aの充電電力を放電させる。これにより、FCコンバータ16の入力側電圧をより確実に低下させることができる。

[0187] 特に、本実施形態では、SOFC12の出力が60V以上であるため、安全上の要求から、車両やSOFC12の停止時において、FCコンバータ16の入力側電圧を速やかに低下させることが望ましい。したがって、本実施形態において、放電回路26aにより、入力側コンデンサ16aの充電電力を放電させるようにしたことで、上記安全上の要求をより好適に満たすことができる。

[0188] 入力側コンデンサ16aの放電が終了すると、ステップS520において、コントローラ90は、FC接続リレー18を開放する。

[0189] そして、ステップS530において、コントローラ90は、サブコンバー

タ 26 を再度停止する。

- [0190] 以上説明した第 9 実施形態にかかる車両用電源システム 100 によれば、以下の作用効果を奏する。
- [0191] 本実施形態の車両用電源システム 100 では、サブコンバータ 26 は、放電回路 26 a を含む（図 14 参照）。そして、コントローラ 90 は、EAP 処理が終了すると、FC 接続リレー 18 を閉塞状態としつつ、FC コンバータ 16 の入力側コンデンサ 16 a に充電された電力をサブコンバータ 26 の放電回路 26 a により放電させ（図 15 のステップ S510）、入力側コンデンサ 16 a の電力を放電すると、FC 接続リレー 18 を開放して（図 15 のステップ S520）、サブコンバータ 26 を停止する（図 15 のステップ S530）。
- [0192] これにより、FC コンバータ 16 の入力側電圧をより確実に低下させることができる。特に、本実施形態では、入力側コンデンサ 16 a を放電する放電回路 26 a を FC コンバータ 16 と比較して小型に構成可能なサブコンバータ 26 に設けている。したがって、例えば、大型の FC コンバータ 16 を双方向コンバータとして、FC コンバータ 16 で入力側コンデンサ 16 a を放電する場合と比べて、コンバータの動作による消費電力を削減することができるとともに、回路構成も簡素化することができる。
- [0193] なお、本実施形態では、図 2 に示す車両用電源システム 100 の構成をベースとしてサブコンバータ 26 に放電回路 26 a を組み込む例を説明した。しかしながら、これに限られず、図 1、図 3、図 8、及び図 11 に示す何れかの車両用電源システム 100 の構成をベースとしてサブコンバータ 26 に放電回路 26 a を組み込むようにしても良い。
- [0194] 以上、本発明の各実施形態について説明したが、上記各実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記各実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。
- [0195] 例えば、図 1～図 3、図 8、図 11、及び図 14 に示した車両用電源システム 100 の構成は本発明を実現し得る具体的態様の例に過ぎず、必ずしも

これらの構成に限定されるものではない。すなわち、車両用電源システム 100 の構成は、本発明の主題の範囲内において適宜変更が可能である。

[0196] また、上記各実施形態においては、サブコンバータ 26 の充電部が入力側コンデンサ 16 a により構成されている例を説明した。しかしながら、充電部は、SOFC 12 の出力電圧に応じてサブコンバータ 26 の入力側電圧を調節し得るものであれば、コンデンサ以外に当業者が想定し得る他の任意の回路素子又は回路構成によって構成しても良い。

[0197] さらに、上記各実施形態の車両用電源システム 100 では、燃料電池として SOFC 12 が配置されている例を説明した。しかしながら、SOFC 12 以外の固体高分子型等の燃料電池セル、燃料電池スタック、又は燃料電池セルを積層した積層燃料電池が設けられる車両用電源システムにおいても、適宜、本発明を適用することができる。

[0198] さらに、上記各実施形態は、適宜組み合わせ可能である。具体的に、第 1 ~ 第 3 実施形態で説明した車両用電源システム 100 のシステム構成、第 4 ~ 第 6 実施形態で説明した起動時リレー閉塞制御、第 7 及び第 8 実施形態で説明した SOFC 停止関連制御、並びに第 9 実施形態で説明した EAP 終了後制御については、適宜、相互に組み合わせることが可能である。

[0199] また、第 5 及び第 6 実施形態の起動時リレー閉塞制御（図 6 参照）では、第 4 実施形態の起動時リレー閉塞制御にしたがい、FC-コンデンサ電圧差絶対値 $|\Delta V_{fc_d-i c}|$ が閾値電圧差 $\Delta V_{t h}$ 以下であるときに FC 接続リレー 18 を閉塞する例を説明している。しかしながら、第 5 及び第 6 実施形態の起動時リレー閉塞制御に対しても、第 4 実施形態の変形例で説明した起動時リレー閉塞制御における FC-コンデンサ電圧差 $\Delta V_{fc_d-i c}$ が 0 以上であるか否かに基づく FC 接続リレー 18 の閉塞判断を適用するようにしても良い。

請求の範囲

[請求項1]

車両の走行モータに電力を供給するメインバッテリーと、
少なくとも前記メインバッテリーに電力を供給する燃料電池と、
前記メインバッテリーと前記燃料電池を接続するメインラインと、
前記メインラインに配置され前記燃料電池の出力電圧を調節する充電部及び変圧部を備えた第1電圧変換器と、
前記メインラインにおいて前記充電部と前記燃料電池との間に設けられるリレーと、
前記車両又は前記燃料電池の補機に電力を供給する補機電力供給ラインに接続されたサブバッテリーと、を有する車両用電源システムであって、
前記メインラインにおいて前記リレーと前記充電部の間に接続され、前記サブバッテリーから前記充電部に供給する電力を調節する第2電圧変換器を有する、
車両用電源システム。

[請求項2]

請求項1に記載の車両用電源システムであって、
前記燃料電池の出力電圧を取得する燃料電池出力電圧取得部と、
取得された前記燃料電池の出力電圧に基づいて、前記リレーの開閉制御、及び前記第2電圧変換器の制御を実行するコントローラと、をさらに有する、
車両用電源システム。

[請求項3]

請求項2に記載の車両用電源システムであって、
前記コントローラは、
前記燃料電池が起動するか否かを判定し、
該燃料電池が起動すると判断すると、前記第2電圧変換器を制御して前記サブバッテリーから前記充電部への充電を行い、
前記充電部への充電の後に前記リレーを閉塞する、
車両用電源システム。

- [請求項4] 請求項3に記載の車両用電源システムであって、
前記コントローラは、
前記充電部の電圧と前記燃料電池の出力電圧の差が所定の閾値電圧差以下となるように、前記第2電圧変換器を制御して前記充電部への充電を行う、
車両用電源システム。
- [請求項5] 請求項4に記載の車両用電源システムであって、
前記コントローラは、
前記充電部の電圧が前記燃料電池の出力電圧以下となるように、前記第2電圧変換器を制御して前記充電部への充電を行う、
車両用電源システム。
- [請求項6] 請求項3～5の何れか1項に記載の車両用電源システムであって、
前記コントローラは、
前記燃料電池の起動時に該燃料電池の発電が許可されているか否かを判定し、
該燃料電池の発電が許可されていると判断すると、前記第2電圧変換器を制御して前記充電部への充電を行い、
前記充電部への充電の後に前記リレーを閉塞する、
車両用電源システム。
- [請求項7] 請求項6に記載の車両用電源システムであって、
前記コントローラは、
前記燃料電池の発電が許可されているか否かの判定を、前記燃料電池の出力電圧が所定の閾値電圧以上であるか否かに基づいて行い、
前記燃料電池の出力電圧が前記閾値電圧以上である場合に、前記燃料電池の発電が許可されていると判断する、
車両用電源システム。
- [請求項8] 請求項6に記載の車両用電源システムであって、
前記燃料電池の温度を取得する燃料電池温度取得部をさらに有し、

前記コントローラは、

前記燃料電池の発電が許可されているか否かの判定を、取得された前記燃料電池の温度が所定の第1 閾値温度以上であるか否かに基づいて行い、

前記燃料電池の温度が前記第1 閾値温度以上である場合に、前記燃料電池の発電が許可されていると判断する、

車両用電源システム。

[請求項9] 請求項3～8の何れか1項に記載の車両用電源システムであって、

前記コントローラは、

前記リレーを閉塞すると、前記第2 電圧変換器を停止する、

車両用電源システム。

[請求項10] 請求項9に記載の車両用電源システムであって、

前記コントローラは、

前記第2 電圧変換器の停止の後、前記燃料電池の発電停止要求があるか否かを判定し、

前記燃料電池の発電停止要求があると判断すると、前記燃料電池の発電を停止させ、

前記リレーが閉塞された状態のまま前記第2 電圧変換器を再作動させ、

該再作動させた前記第2 電圧変換器を制御して、前記サブバッテリーから前記燃料電池に所定電圧を印加する燃料電池保護処理を実行する

、

車両用電源システム。

[請求項11] 請求項9に記載の車両用電源システムであって、

前記メインバッテリーの充電量を取得する充電量取得部をさらに有し

、

前記コントローラは、

前記第2 電圧変換器の停止の後、前記燃料電池の発電停止要求があ

るか否かを判定し、

前記燃料電池の発電停止要求があると判断すると、前記燃料電池の発電を停止させ、

取得した前記メインバッテリーの充電量が所定の第1充電量閾値を越えるか否かを判定し、

前記メインバッテリーの充電量が前記第1充電量閾値を越えると判定すると、前記リレーが閉塞された状態のまま前記第2電圧変換器を再作動させ、

該再作動させた前記第2電圧変換器を制御して、前記サブバッテリーから前記燃料電池に所定電圧を印加する燃料電池保護処理を実行する、

車両用電源システム。

[請求項12]

請求項11に記載の車両用電源システムであって、

前記コントローラは、

前記燃料電池に対する再度の発電要求があった場合に、該燃料電池への燃料供給が開始されると、前記燃料電池保護処理を終了する、

車両用電源システム。

[請求項13]

請求項11又は12に記載の車両用電源システムであって、

前記燃料電池の温度を取得する燃料電池温度取得部をさらに有し、

前記コントローラは、

取得された前記燃料電池の温度が第2閾値温度以下であると判断すると、前記燃料電池保護処理を終了する、

車両用電源システム。

[請求項14]

請求項13に記載の車両用電源システムであって、

前記第2閾値温度は、前記燃料電池のアノード極内の酸化劣化が発生する温度に設定される、

車両用電源システム。

[請求項15]

請求項12～14の何れか1項に記載の車両用電源システムであっ

て、

前記第 2 電圧変換器は、放電回路を含み、

前記コントローラは、

前記燃料電池保護処理が終了すると、前記リレーを閉塞状態としつつ、前記第 1 電圧変換器の前記充電部に充電された電力を前記放電回路により放電させ、

前記充電部の電力を放電すると、前記リレーを開放して前記第 2 電圧変換器を停止する、

車両用電源システム。

[請求項16] 請求項 1 ～ 1 5 の何れか 1 項に記載の車両用電源システムであって

、

前記第 2 電圧変換器は、前記第 1 電圧変換器に一体に構成される、
車両用電源システム。

[請求項17] 請求項 1 ～ 1 6 の何れか 1 項に記載の車両用電源システムであって

、

前記第 1 電圧変換器の前記変圧部は、トランスにより構成される、
車両用電源システム。

[請求項18] 請求項 1 ～ 1 7 の何れか 1 項に記載の車両用電源システムであって

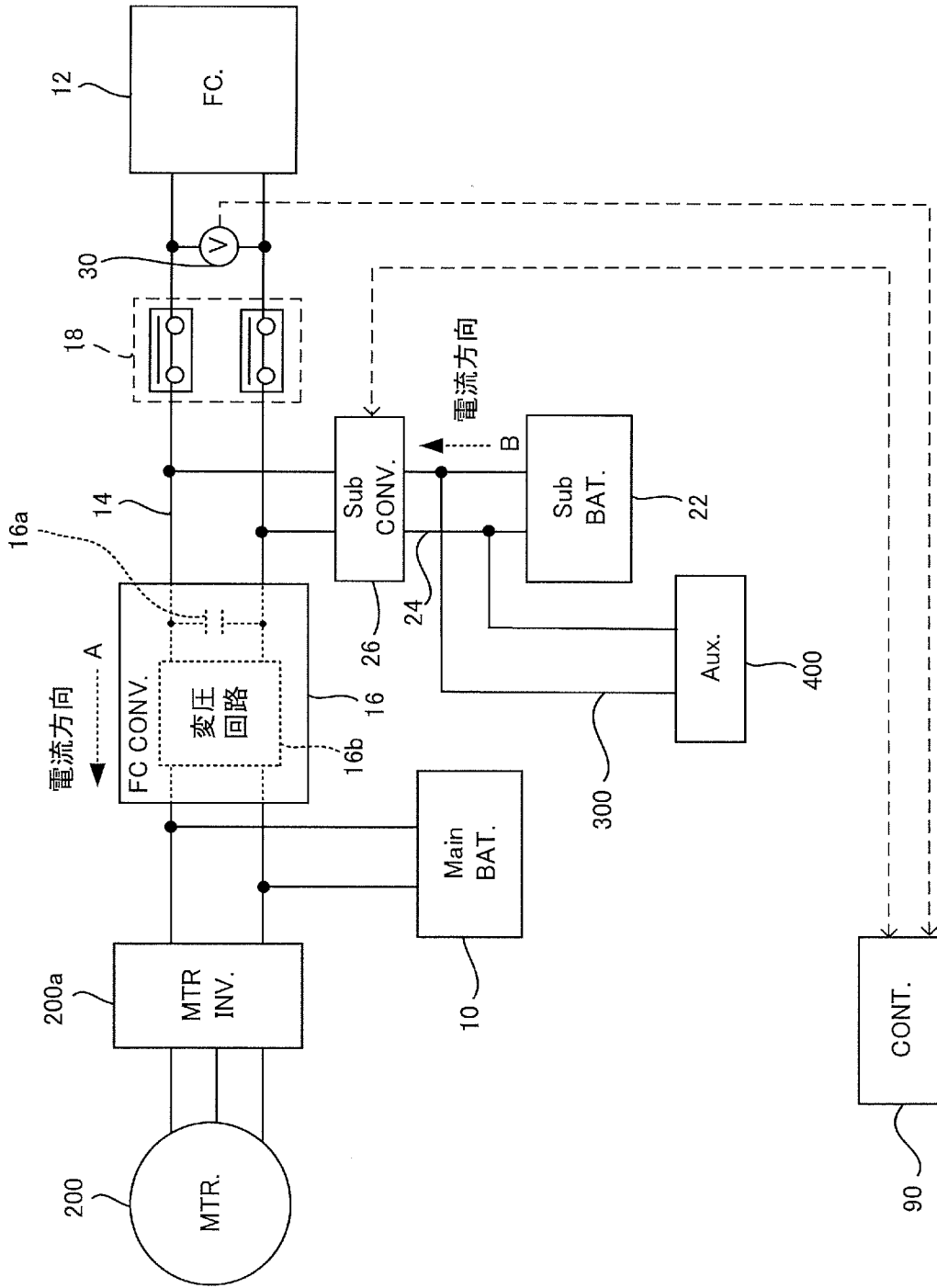
、

前記燃料電池は、最大出力電圧が 6 0 V 未満となるように構成される、

車両用電源システム。

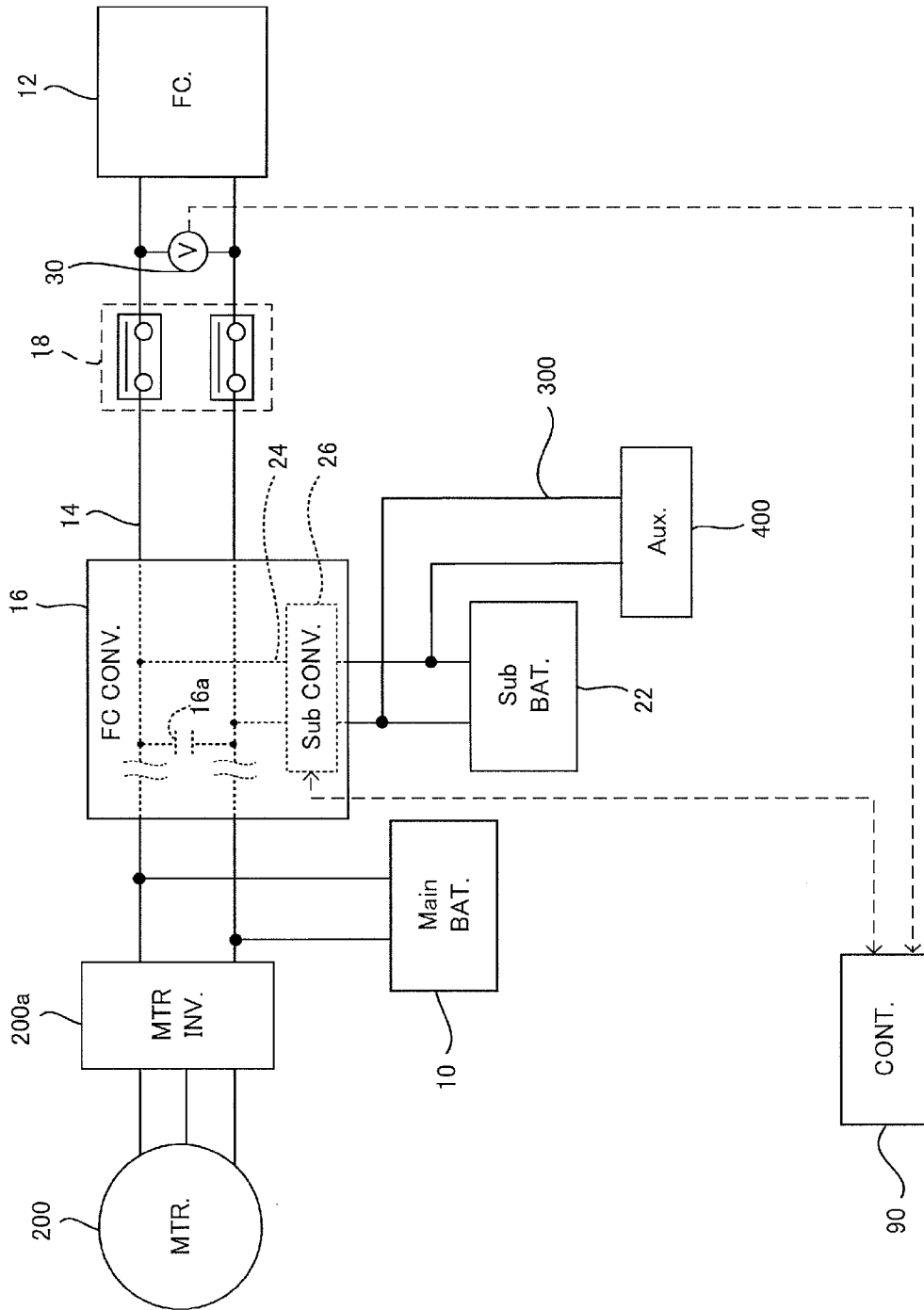
[図1]

100

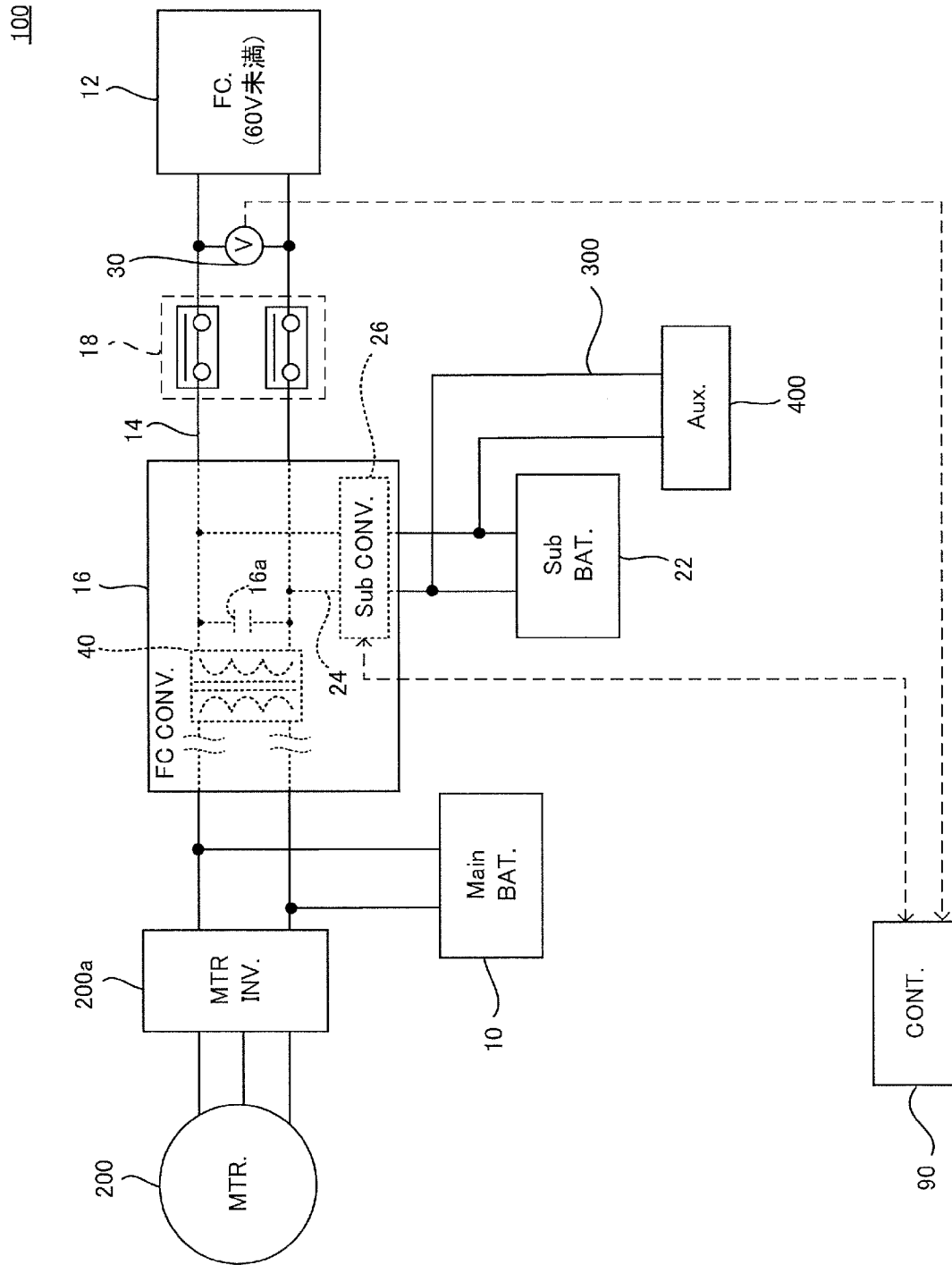


[図2]

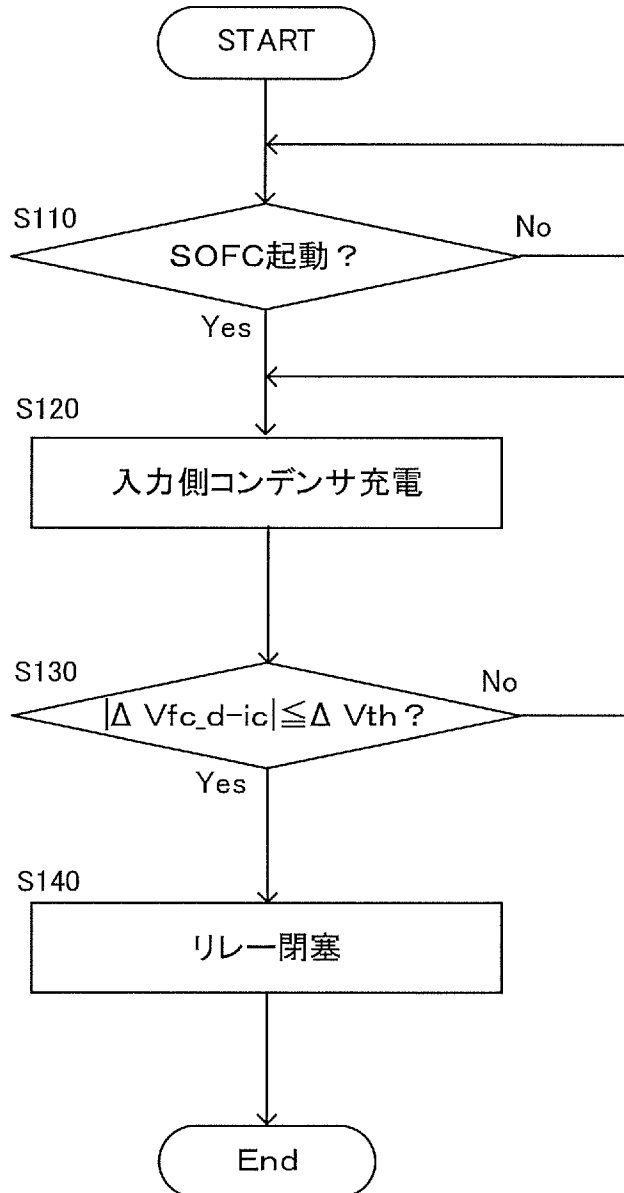
100



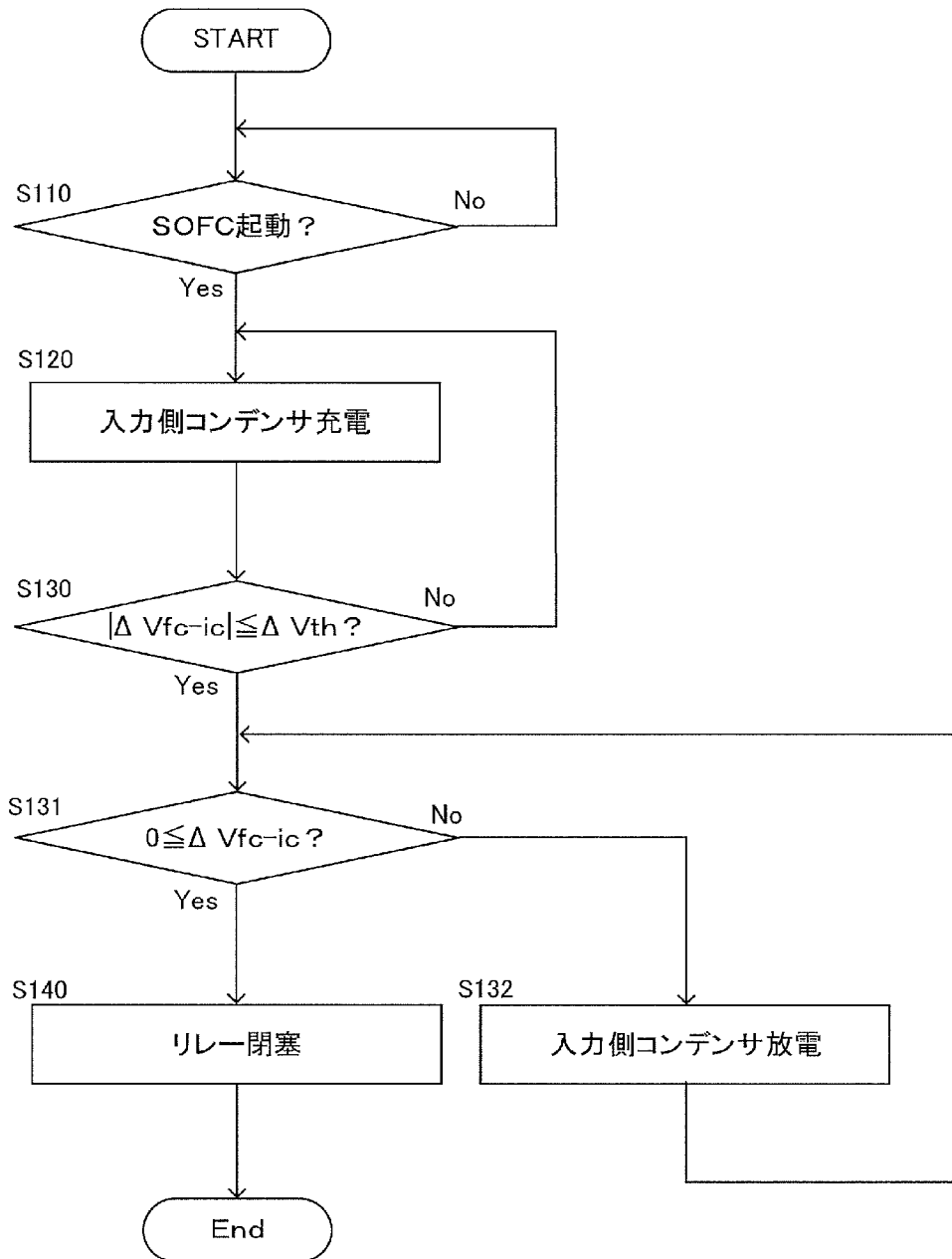
[図3]



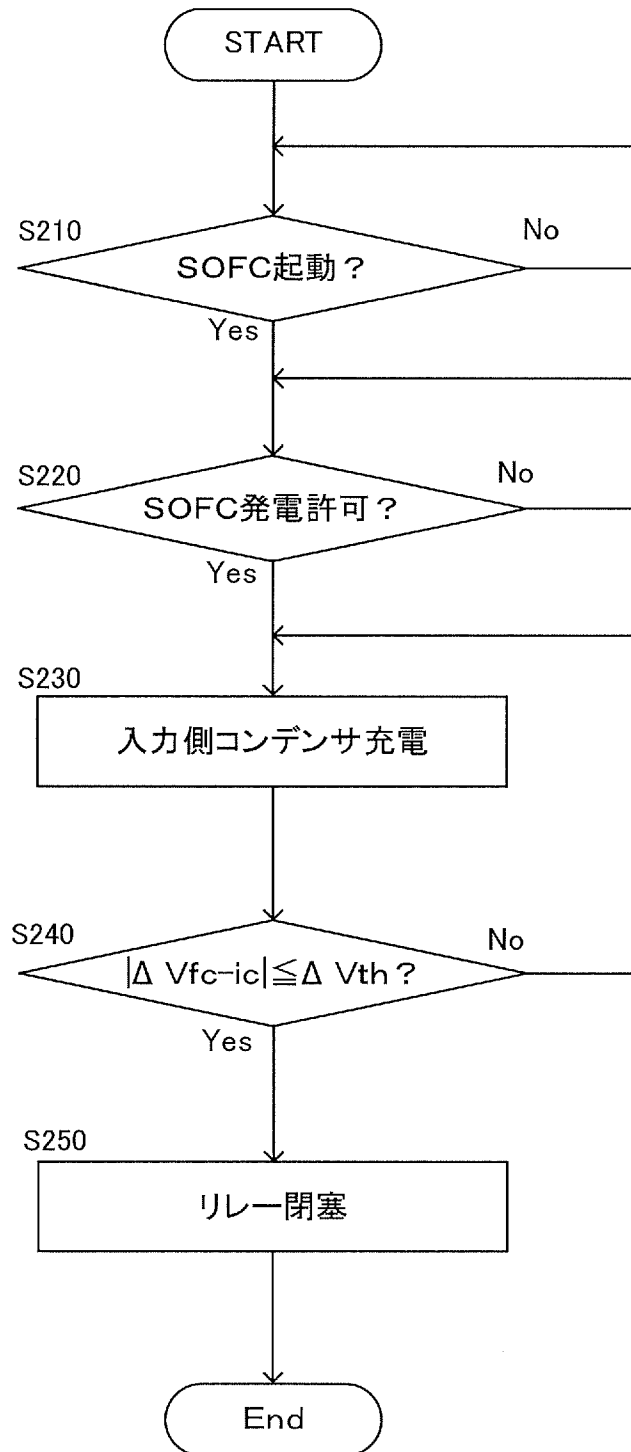
[図4]



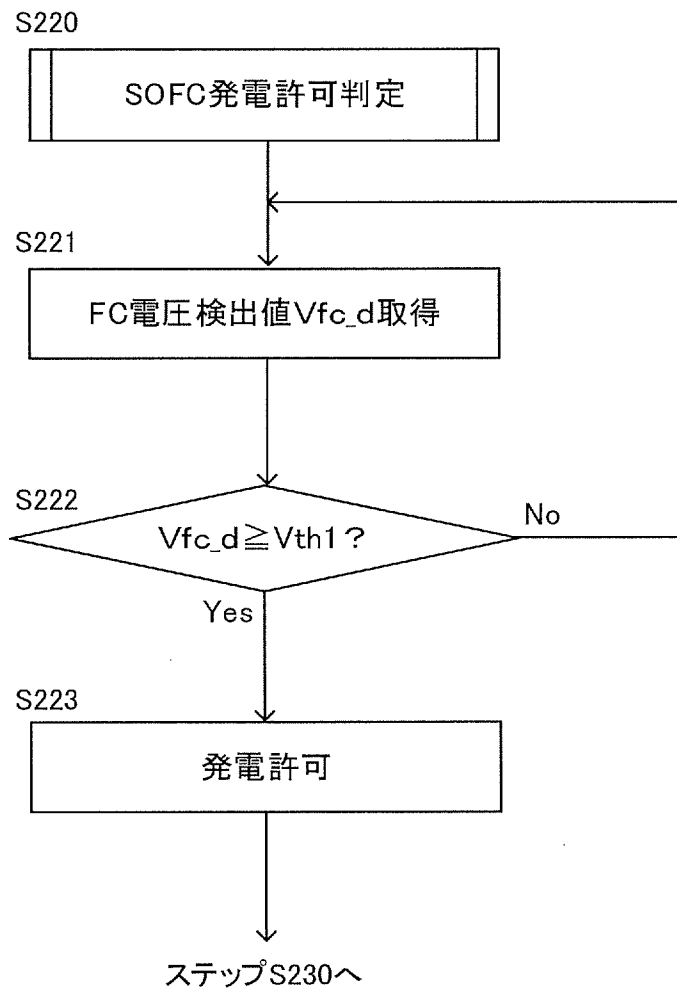
[図5]



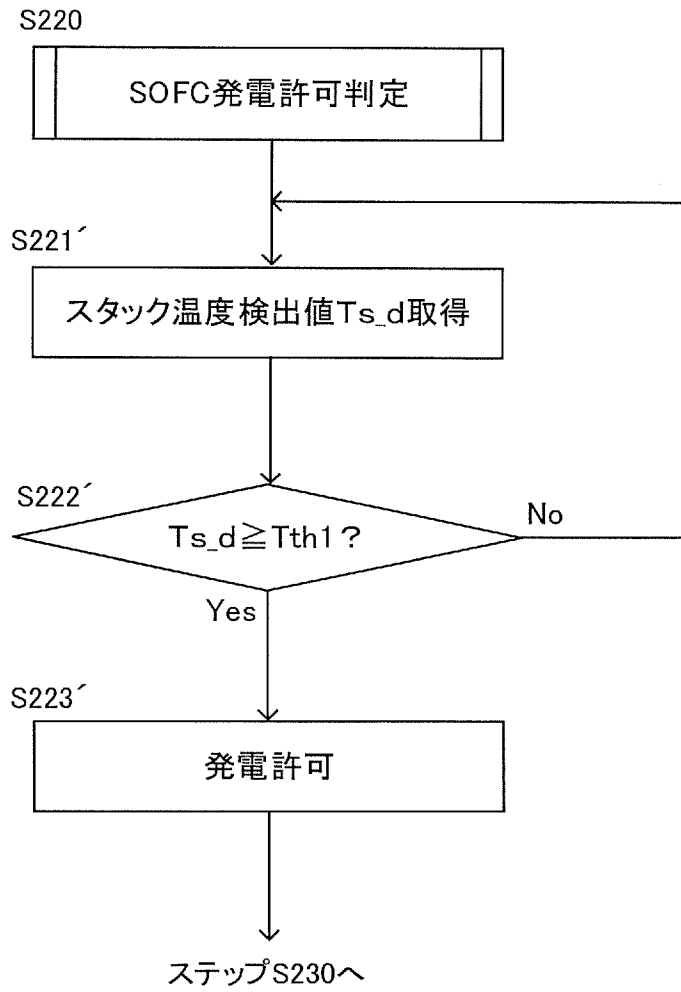
[図6]



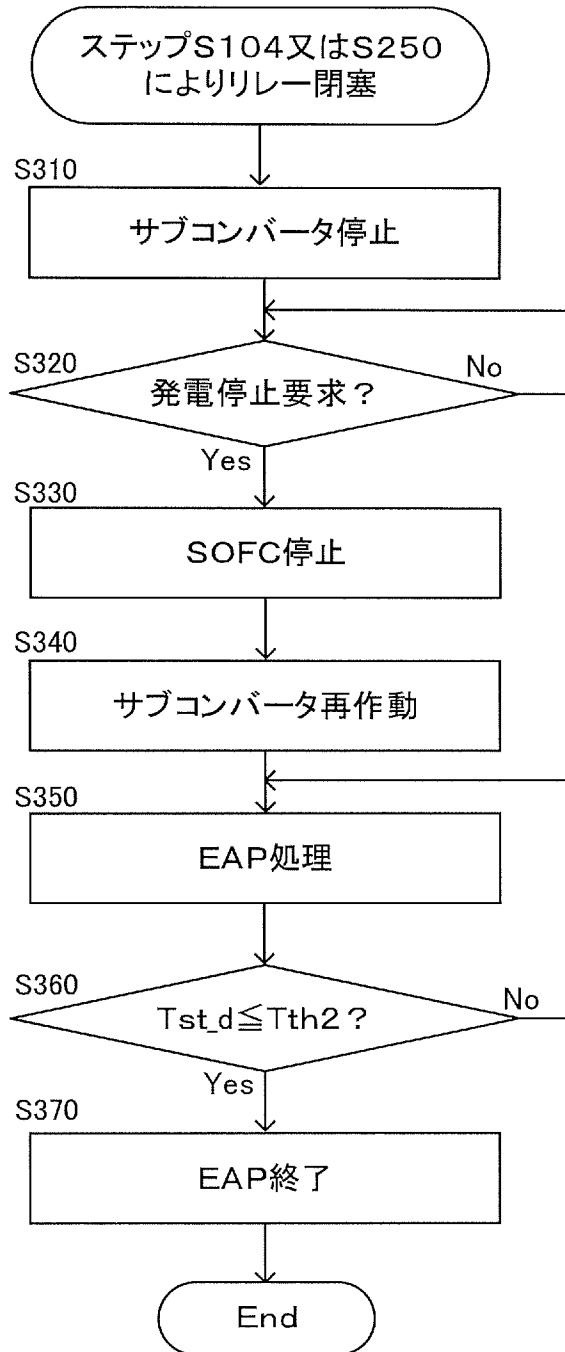
[図7]



[図9]

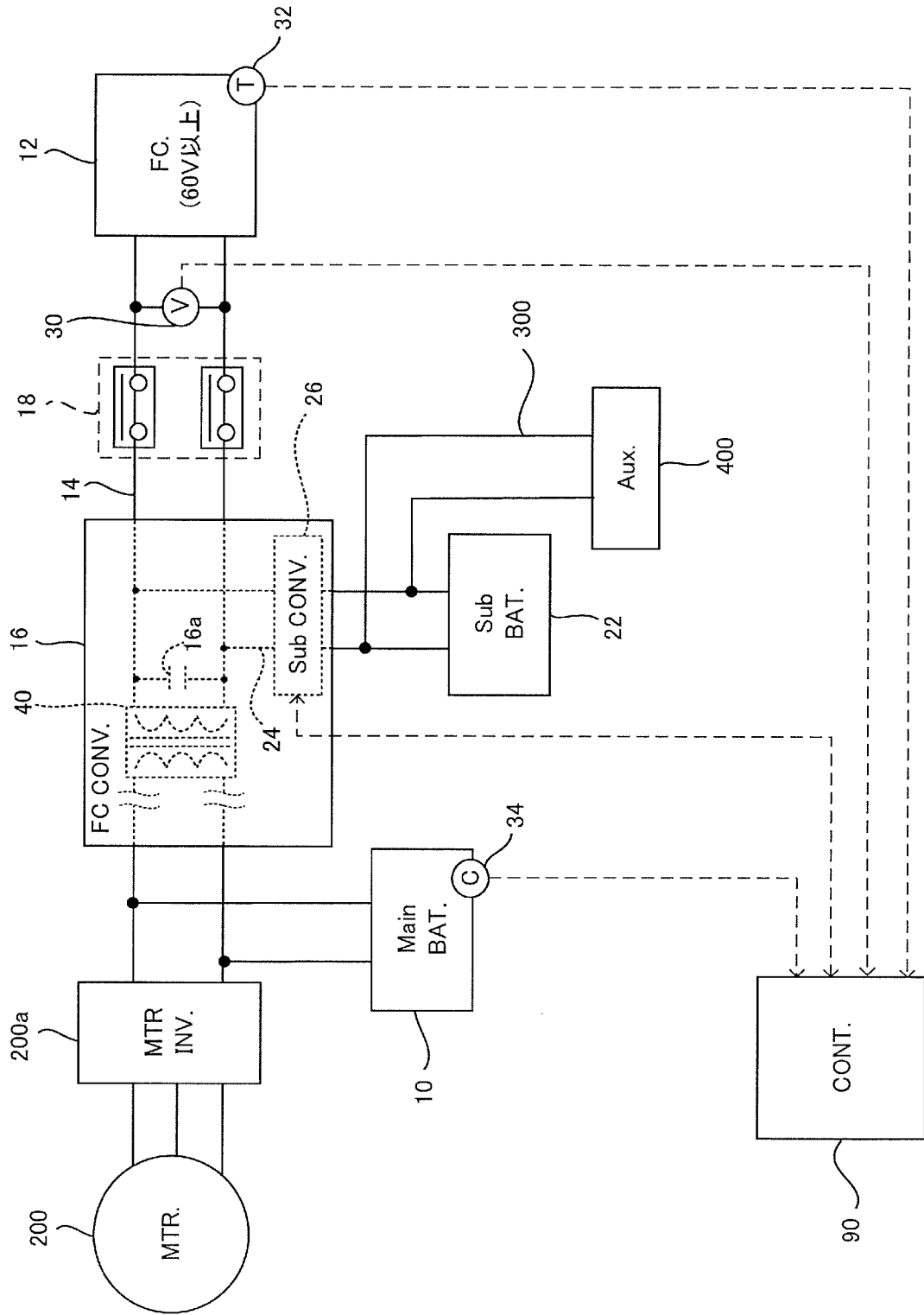


[図10]

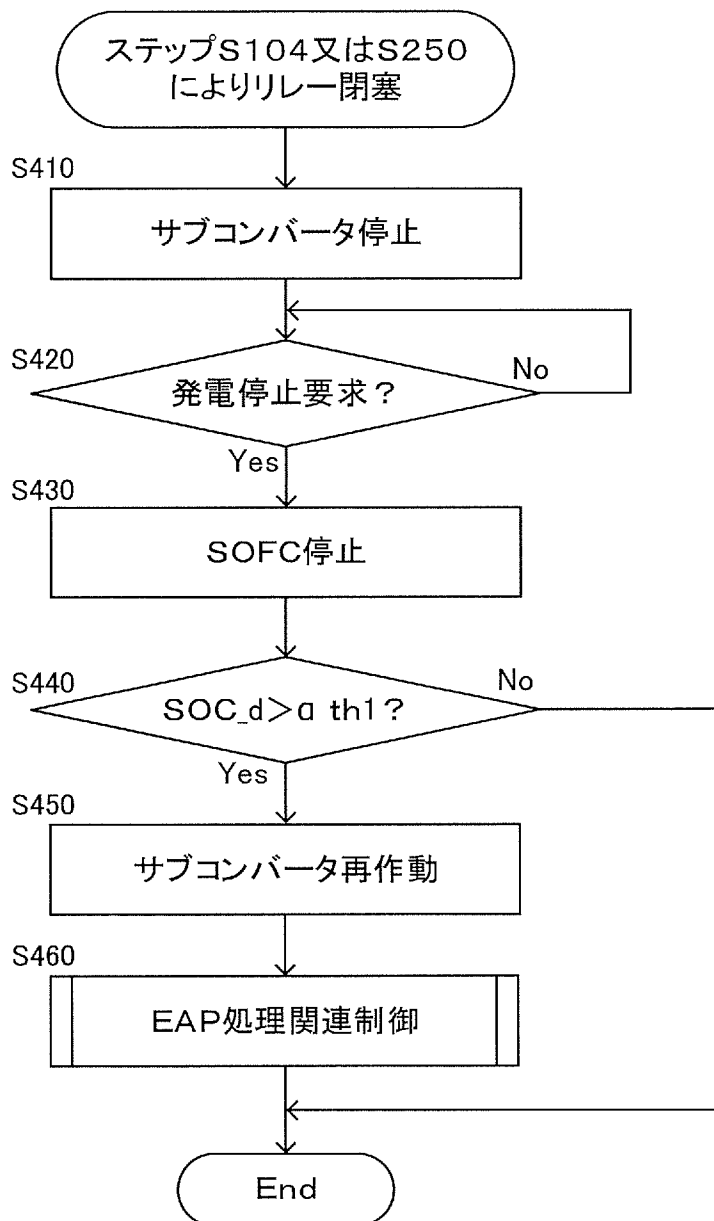


[図11]

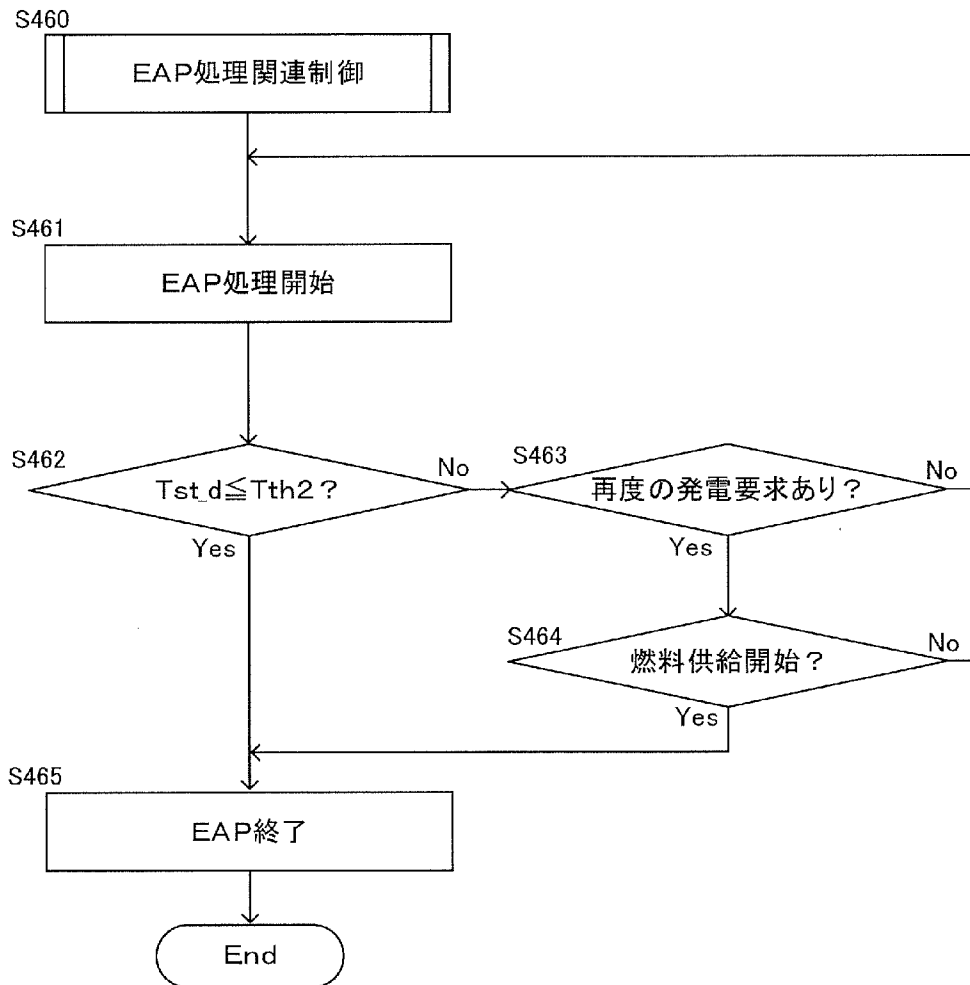
100



[図12]

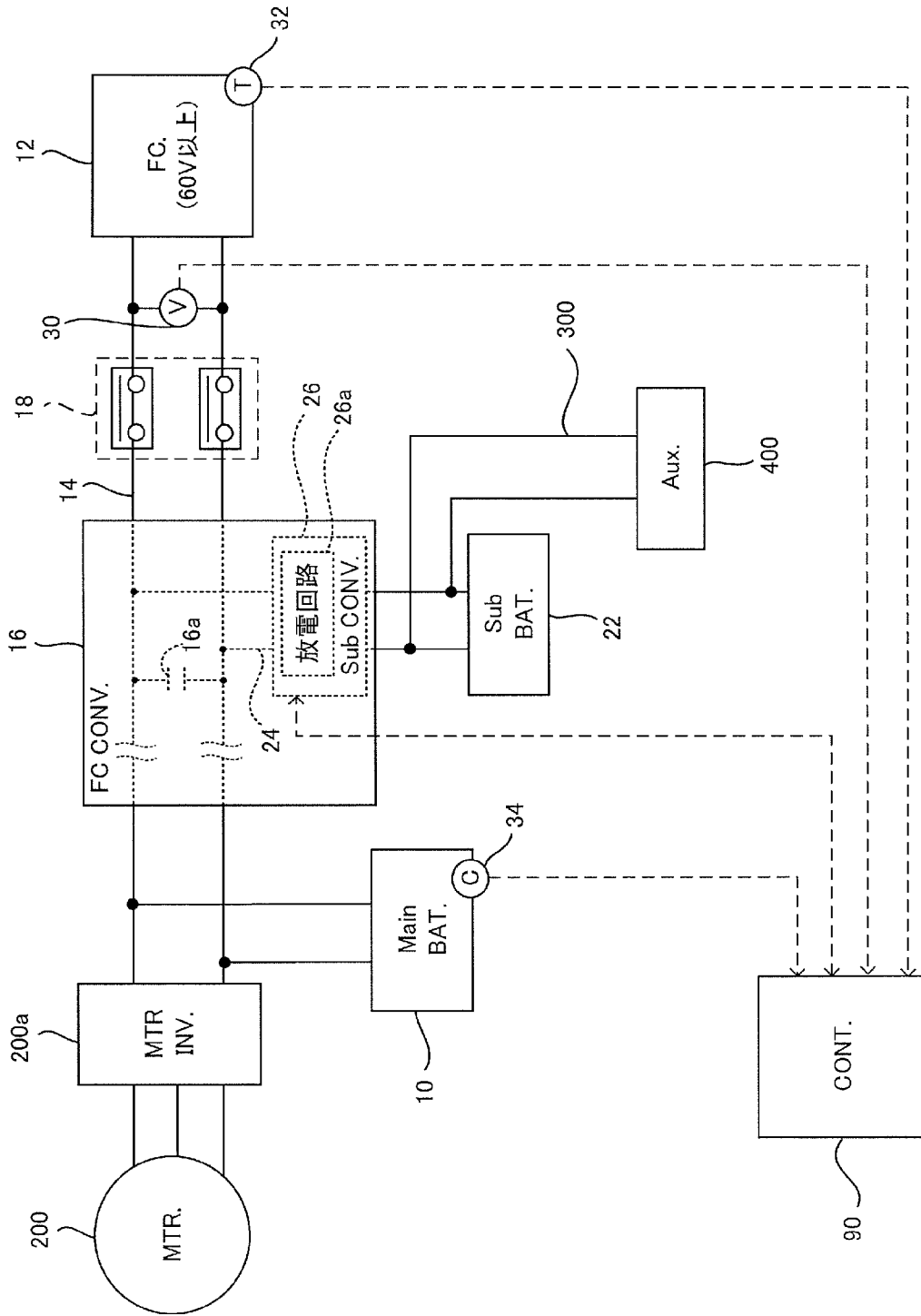


[図13]

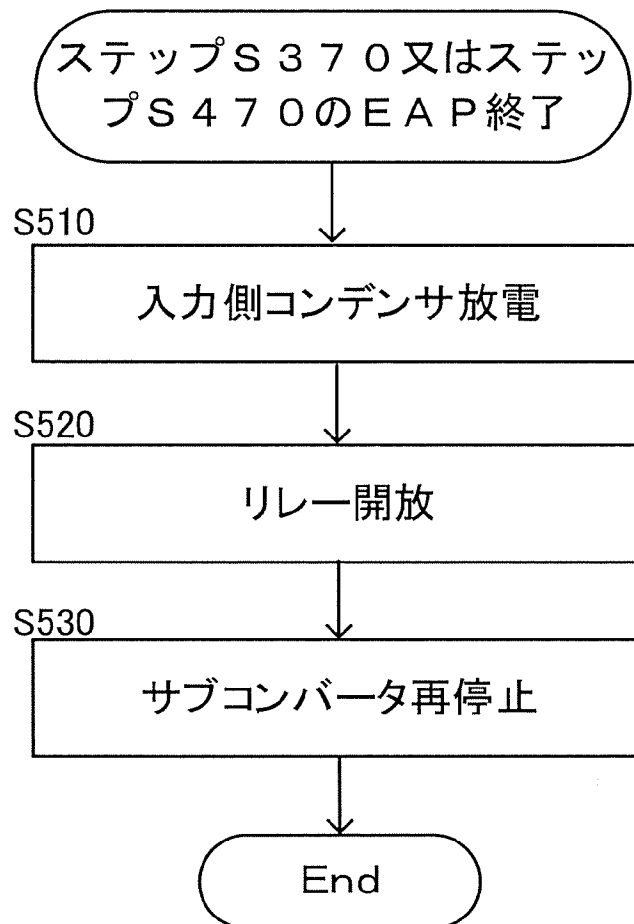


[図14]

100



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/029319

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60L11/18(2006.01)i, H01M8/04858(2016.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B60L11/18, H01M8/04858

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-234907 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 August 2004 (19.08.2004), paragraphs [0013] to [0026]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-9, 16-18 10-15
Y	JP 2008-17576 A (Suzuki Motor Corp.), 24 January 2008 (24.01.2008), paragraph [0013]; fig. 4 (Family: none)	1-9, 16-18
Y	JP 2008-84628 A (Toyota Motor Corp.), 10 April 2008 (10.04.2008), paragraphs [0038] to [0041]; fig. 1 to 2 (Family: none)	3-9, 16-18

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"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)	"&" 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 31 October 2017 (31.10.17)	Date of mailing of the international search report 07 November 2017 (07.11.17)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029319

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-10508 A (Toyota Motor Corp.), 13 January 2011 (13.01.2011), paragraph [0038] (Family: none)	4-9, 16-18
A	JP 2007-305372 A (Honda Motor Co., Ltd.), 22 November 2007 (22.11.2007), entire text & US 2007/0264547 A1 entire text	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B60L11/18(2006.01)i, H01M8/04858(2016.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B60L11/18, H01M8/04858										
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 style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;">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>1971-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2017年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2017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	1971-2017年	日本国実用新案登録公報	1996-2017年	日本国登録実用新案公報	1994-2017年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2017年									
日本国実用新案登録公報	1996-2017年									
日本国登録実用新案公報	1994-2017年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y A	JP 2004-234907 A (日産自動車株式会社) 2004.08.19, 段落[0013] -[0026], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-9, 16-18 10-15								
Y	JP 2008-17576 A (スズキ株式会社) 2008.01.24, 段落[0013], 図 4 (ファミリーなし)	1-9, 16-18								
Y	JP 2008-84628 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.04.10, 段落[0038] -[0041], 図 1-2 (ファミリーなし)	3-9, 16-18								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> * 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> 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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 31.10.2017	国際調査報告の発送日 07.11.2017									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 大内 俊彦 電話番号 03-3581-1101 内線 3316	3H 9824								

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2011-10508 A (トヨタ自動車株式会社) 2011.01.13, 段落[0038] (ファミリーなし)	4-9, 16-18
A	JP 2007-305372 A (本田技研工業株式会社) 2007.11.22, 全文 & US 2007/0264547 A1, 全文	1-18