

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

熱源からの排気が内部を所定方向に流れる排気管と、
前記排気管に沿って設けられ、前記排気管を冷却するための冷媒が内部を流れる冷却管と、
前記冷却管へ前記冷媒を供給する冷媒供給部と、
前記排気の流れる方向に沿って前記排気管および前記冷却管に順次取付けられた複数の熱電発電素子とを備え、
前記複数の熱電発電素子の各々は、高温端および低温端の間の温度差に応じた電力を発電し、かつ、各前記熱電発電素子の高温端および低温端は、対応の部位の前記排気管および前記冷却管にそれぞれ取付けられ、
前記冷媒供給部は、前記排気管内を前記排気が流れる方向と対向する方向に前記冷媒が前記冷却管内を流れるように、前記冷媒を供給する、排気熱発電装置。

【請求項 2】

各前記熱電発電素子は、前記排気管および前記冷却管の間に挟まれるように配置される、請求項 1 記載の排気熱発電装置。

【請求項 3】

燃料の燃焼エネルギーを源として車輪駆動力を発生する第 1 の駆動力発生装置と、
請求項 1 または 2 に記載の排気熱発電装置と、
電力源とを備え、
前記排気熱発電装置は、前記第 1 の駆動力発生装置を前記熱源として電力を発電し、
前記排気熱発電装置による発電電力および前記電力源からの供給電力を源として車輪駆動力を発生する第 2 の駆動力発生装置をさらに備える、自動車。

【請求項 4】

前記電力源は二次電池であり、
前記排気熱発電装置は、前記排気熱発電装置による発電電力を前記二次電圧の充電電圧に変換する電力変換器をさらに含む、請求項 3 に記載の自動車。

【請求項 5】

入力された電力を前記第 2 の駆動力発生装置の駆動電力に変換する駆動電力変換装置をさらに備え、
前記排気熱発電装置は、前記排気熱発電装置による発電電力を前駆動電力変換への入力電力へ変換する電力変換器をさらに含む、請求項 3 に記載の自動車。

【請求項 6】

前記第 1 の駆動力発生装置によって発生された前記車輪駆動力の少なくとも一部を、前記第 2 の駆動力発生装置の駆動電力に利用可能な電力へ変換する発電装置と、
前記自動車を運転者の指示に応じて運転させるための制御装置とをさらに備え、
前記電力源は二次電池であり、
前記制御装置は、前記運転者の指示に基づいて算出される車両の走行に必要な車両要求パワーおよび前記二次電池の充電レベルを維持するための充電要求パワーに加えて、前記排気熱発電装置による発電電力をさらに考慮して、前記第 1 の駆動力発生装置の作動を制御する、請求項 3 に記載の自動車。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、排気熱発電装置に関し、より特定的には、車両のエンジン等の熱源からの排気の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する排気熱発電装置およびそれを備えた自動車に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来より、省エネルギー化を図るために、自動車等のエンジンや工場の等から排出された

10

20

30

40

50

排気ガスに含まれた熱エネルギーを、熱電変換素子によって電気エネルギーに変換して有効利用する排気熱発電装置が提案されている（たとえば特許文献１）。特に、このような排気熱発電装置をハイブリッド自動車に搭載して、廃エネルギーを回収する動作に異常が生じた際にエネルギー効率が低下するのを抑制する構成（たとえば特許文献２）や、排気熱発電装置中の発電モジュールの取付構造を改良することにより、発電モジュールの発電量を確保する構成が提案されている（たとえば特許文献３）。

【０００３】

特に、特許文献３では、エンジンからの排気管の外面に発電モジュールの高温端を押圧取付けし、低温端を冷却水で冷却することで廃熱を電力に変換して、高い電力変換効率を有する熱電発電素子を備えた自動車の技術が開示されている。

10

【特許文献１】特開昭６１－２５４０８２号公報

【特許文献２】特開２００１－２８８０５号公報

【特許文献３】特開２００１－１２２４０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献３に開示された自動車用排気熱発電装置では、排気管内の集熱フィンが排気管の下流ほど高密度に設けることにより熱電発電素子の高温端を一定温度に制御して、エンジンの低出力領域でも発電量を確保している。さらに、当該フィンは熱電発電素子の押圧取付けの際の補強部材としての機能を兼ねて備えている。

20

【０００５】

しかしながら、このような構造では、フィンを多数設けることによって、排気ガスが流れにくくなり、かつ配管の構造も複雑になるといった問題点が発生してしまう。

【０００６】

この発明は、このような問題点を解決するためのものであって、この発明の目的は、配管構造を複雑化することなく、熱電変換効率を向上させた排気熱発電装置およびそれを備えた自動車を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

この発明による排気熱発電装置は、排気管と、冷却管と、冷媒供給部と、複数の熱電発電素子とを備える。排気管は、内部を熱源からの排気が所定方向に流れる。冷却管は、排気管に沿って設けられ、排気管を冷却するための冷媒が内部を流れる。冷媒供給部は、冷却管へ冷媒を供給する。複数の熱電発電素子は、排気の流れる方向に沿って排気管および冷却管に順次取付けられる。複数の熱電発電素子の各々は、高温端および低温端の間の温度差に応じた電力を発電し、かつ、各熱電発電素子の高温端および低温端は、対応の部位の排気管および冷却管にそれぞれ取付けられる。冷媒供給部は、排気管内を排気が流れる方向と対向する方向に冷媒が冷却管内を流れるように、冷媒を供給する。

30

【０００８】

好ましくは、各熱電発電素子は、排気管および冷却管の間に挟まれるように配置される。

40

【０００９】

この発明による自動車は、請求項１または２に記載の排気熱発電装置と、第１の駆動力発生装置と、電力源と、第２の駆動力発生装置とを備える。第１の駆動力発生装置は、燃料の燃焼エネルギーを源として車輪駆動力を発生する。排気熱発電装置は、第１の駆動力発生装置を熱源として電力を発電する。第２の駆動力発生装置は、排気熱発電装置による発電電力および電力源からの供給電力を源として車輪駆動力を発生する。

【００１０】

好ましくは、電力源は二次電池であり、排気熱発電装置は、排気熱発電装置による発電電力を二次電圧の充電電圧に変換する電力変換器をさらに含む。

【００１１】

50

また好ましくは、自動車は、入力された電力を第２の駆動力発生装置の駆動電力に変換する駆動電力変換装置をさらに備え、排気熱発電装置は、排気熱発電装置による発電電力を前駆動電力変換への入力電力へ変換する電力変換器をさらに含む。

【００１２】

あるいは好ましくは、自動車は、発電装置と、制御装置とをさらに備える。発電装置は、第１の駆動力発生装置によって発生された車輪駆動力の少なくとも一部を、第２の駆動力発生装置の駆動電力に利用可能な電力へ変換する。制御装置は、自動車を運転者の指示に応じて運転させるために設けられる。電力源は二次電池であり、制御装置は、運転者の指示に基づいて算出される車両の走行に必要な車両要求パワーおよび二次電池の充電レベルを維持するための充電要求パワーに加えて、排気熱発電装置による発電電力をさらに考慮して、第１の駆動力発生装置の作動を制御する。

10

【発明の効果】

【００１３】

この発明による排気熱発電装置は、排気管に沿って設けられる冷却管内の冷媒の流れと排気管内の排気の流れとを対向させるので、両者の流れを同方向とした場合と比較して、排気の下流側に位置する熱電発電素子での発電量を確保できる。この結果、熱電発電素子全体での発電量も増加するので、発電効率を向上できる。

【００１４】

また、熱電発電素子は、排気管および冷却管の間に挟み込んで配置することで、効率的に取付けられる。

20

【００１５】

この発明による自動車は、第１の駆動力発生装置（エンジン）および第２の駆動力発生装置（モータ）の双方によって車輪駆動が可能なハイブリッドシステムへ、請求項１または２に記載の排気熱発電装置を適用して、第１の駆動力発生装置（エンジン）からの排気の熱エネルギーを電気エネルギーに高効率に回収できる。これにより、車両のエネルギー効率を改善して、燃費向上を図ることができる。

【００１６】

特に、排気熱発電装置による発電電力は、電力源（バッテリー）の充電電力、あるいは第２の駆動力発生装置（モータ）の駆動電力発生装置（インバータ）の入力電力として利用できる。

30

【００１７】

さらに、車両要求パワーおよび二次電池からの充電要求パワーを考慮して第１の駆動力発生装置（エンジン）の作動を制御する構成において、排気熱発電装置による発電電力をさらに反映して当該制御を行なうことにより、排気熱発電装置での発電効率の向上を自動車の燃費向上により直接的に反映することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下に、この発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。なお、以下では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、この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステム１００の全体構成を示すブロック図である。

40

【００２０】

図１を参照して、この発明の実施の形態によるハイブリッドシステム１００は、エンジン１０と、バッテリー２０と、インバータ３０と、車輪４０ａと、トランスアクスル５０と、ＥＣＵ（Electric Control Unit）９０と、排気マニホールド１０５と、排気管１１０と、排気熱発電装置２００とを備える。

【００２１】

エンジン１０は、ガソリン等の燃料の燃焼エネルギーを源として、車輪４０ａの駆動力を発生する。すなわち、エンジン１０は、この発明における「第１の駆動力発生装置」に相

50

当する。また、エンジン１０は、この発明における「熱源」としても作用する。排気マニホールド１０５は、エンジン１０からの排気１５をまとめて排気管１１０へ送出する。排気管１１０は、排気１５を所定方向に排出する。

【００２２】

バッテリー２０は、「電力源」として動作して、電力ライン５１に直流電力を供給する。バッテリー２０は、充電可能な二次電池で構成され、代表的には、ニッケル・水素蓄電池やリチウムイオン二次電池等が適用される。

【００２３】

インバータ３０は、電力ライン５１にバッテリー２０から供給された直流電力を交流電力に変換して、電力ライン５３へ出力する。あるいは、インバータ３０は、電力ライン５２、５３に供給された交流電力を直流電力に変換して、電力ライン５１へ出力する。 10

【００２４】

トランスアクスル５０は、トランスミッションとアクスル（車軸）を一体構造として備えており、動力分割機構６０と、減速機６２と、ジェネレータ７０と、モータ８０とを有する。

【００２５】

動力分割機構６０は、エンジン１０によって生じた駆動力を、減速機６２を介して車輪４０a駆動用の車軸４１へ伝達する経路と、ジェネレータ７０へ伝達する経路とに分割可能である。

【００２６】

ジェネレータ７０は、動力分割機構６０を介して伝達されたエンジン１０からの駆動力によって回転されて発電する。ジェネレータ７０による発電電力は、電力ライン５２を介してインバータ３０へ供給され、バッテリー２０の充電電力として、あるいはモータ８０の駆動電力として用いられる。すなわち、ジェネレータ７０は、この発明における「発電装置」に相当する。 20

【００２７】

モータ８０は、インバータ３０から電力ライン５３に供給された交流電力によって回転駆動される。すなわち、インバータ３０は、この発明における「駆動電力変換装置」に対応する。

【００２８】

モータ８０によって生じた駆動力は、減速機６２を介して車軸４１へ伝達される。すなわち、モータ８０は、車輪駆動力を発生する「第２の駆動力発生装置」に相当する。 30

【００２９】

また、回生制動動作時にモータ８０が車輪４０aの減速に伴って回転される場合には、モータ８０に生じた起電力（交流電力）が、電力ライン５３へ供給される。

【００３０】

ＥＣＵ９０は、ハイブリッドシステム１００が搭載された自動車を運転者の指示に応じて運転させるために、自動車に搭載された機器・回路群の全体動作を制御する。ＥＣＵ９０は、代表的には、予めプログラムされた所定シーケンスおよび所定演算を実行するためのマイクロコンピュータ等で構成される。 40

【００３１】

このように、ハイブリッドシステム１００を搭載したハイブリッド自動車においては、車輪４０aは、エンジン１０による駆動力およびモータ８０による駆動力の両方によって駆動可能である。

【００３２】

排気熱発電装置２００は、排気管１１０を介して取出された、エンジン１０からの排気の熱エネルギーを源として発電する。排気熱発電装置２００の発電電力は、経路２１５に示すようにバッテリー２０の充電に用いられ、あるいは、経路２２０に示すように直接インバータ３０へ供給されて、最終的にはモータ８０が発生する車輪駆動力の源の一部となる。

【 0 0 3 3 】

なお、図示しないが、バッテリー 2 0 の供給電力は、モータ 8 0 駆動用のインバータ 3 0 以外への機器および回路へも供給可能である。すなわち、排気熱発電装置 2 0 0 の発電電力は、バッテリー 2 0 の充電を介して、自動車に搭載された任意の機器および回路の駆動電力としても使用できる。あるいは、排気熱発電装置 2 0 0 の発電電力を図 1 に示す経路以外によって他の機器および回路へ直接供給する構成とすることも可能である。

【 0 0 3 4 】

また、排気熱発電装置 2 0 0 の構成については後ほど詳細に説明する。

【 0 0 3 5 】

ハイブリッドシステム 1 0 0 では、発進時ならびに低速走行時あるいは緩やかな坂を下るとき等の軽負荷時には、エンジン効率の悪い領域を避けるために、エンジン 1 0 を動作させることなく、モータ 8 0 による駆動力で走行する。 10

【 0 0 3 6 】

通常走行時には、エンジン 1 0 から出力された駆動力は、動力分割機構 6 0 によって、車輪 4 0 a の駆動力と、ジェネレータ 7 0 での発電用駆動力とに分割される。ジェネレータ 7 0 による発電電力は、モータ 8 0 の駆動に用いられる。したがって、通常走行時には、エンジン 1 0 による駆動力をモータ 8 0 による駆動力でアシストして、車輪 4 0 a が駆動される。E C U 9 0 は、動力分割機構 6 0 による動力分割比率を全体の効率が最大となるように制御する。

【 0 0 3 7 】

全開加速時には、バッテリー 2 0 からの供給電力がモータ 8 0 の駆動にさらに用いられて、車輪 4 0 a の駆動力がさらに増加する。 20

【 0 0 3 8 】

減速および制動時には、モータ 8 0 は、車輪 4 0 a によって回転駆動されて発電機として作用する。モータ 8 0 の回生発電によって回収された電力は、電力ライン 5 3、インバータ 3 0 および電力ライン 5 1 を介してバッテリー 2 0 の充電に用いられる。

【 0 0 3 9 】

さらに、車両停止時には、エンジン 1 0 は自動的に停止される。

【 0 0 4 0 】

このように、この発明の実施の形態によるハイブリッドシステム 1 0 0 は、エンジンによって発生された駆動力と、電気エネルギーを源としてモータ 8 0 によって発生された駆動力等の組合せによって、燃費を向上させた車両運転を行なう。 30

【 0 0 4 1 】

E C U 9 0 は、車両状況に応じてエンジン 1 0 およびモータ 8 0 の作動を制御する。特に、E C U 9 0 は、バッテリー 2 0 が一定の充電状態を維持する制御を行なっており、S O C (State of Charge) 値の監視等によってバッテリー充電量の低下を検知すると、上記の基本的なエンジン 1 0 およびモータ 8 0 の作動条件に加えて、ジェネレータ 7 0 の駆動によってバッテリー 2 0 を充電するためにエンジン 1 0 を作動させる。

【 0 0 4 2 】

この発明による排気熱発電装置 2 0 0 によって排気 1 5 の熱エネルギーから得られた電気エネルギーは、バッテリー 2 0 の充電電力あるいはインバータ 3 0 への入力電力として、ハイブリッドシステム 1 0 0 中で回収される。したがって、排気熱発電装置 2 0 0 の熱電発電効率を改善することにより、ハイブリッドシステム 1 0 0 を搭載した自動車全体におけるエネルギー効率が向上する。 40

【 0 0 4 3 】

この発明による排気熱発電装置 2 0 0 は、以下に説明するような構成とすることで、その熱電発電効率を改善する。

【 0 0 4 4 】

図 2 は、この発明の実施の形態による排気熱発電装置 2 0 0 の構成を示すブロック図である。

【 0 0 4 5 】

図 2 を参照して、「熱源」であるエンジン 1 0 からの排気 1 5 は、排気マニホールド 1 0 5 で集められた後、排気管 1 1 0 により所定方向に沿って排出される。

【 0 0 4 6 】

排気熱発電装置 2 0 0 は、排気管 1 1 0 に取付けられた複数のスタック 2 1 0 と、電力変換器 2 2 0 と、冷却水ポンプ 2 3 0 と、冷却水ラジエータ 2 4 0 と、冷却水循環路 2 5 0 , 2 6 0 とを有する。

【 0 0 4 7 】

この発明における「冷媒供給部」に相当する冷却水ポンプ 2 3 0 は、冷却水循環路 2 5 0 , 2 6 0 のそれぞれに冷媒が循環するように、冷媒を供給する。冷媒としては代表的には水が用いられるので、以下では冷媒を「冷却水」と称する。冷却水循環路 2 5 0 , 2 6 0 内での冷却水の流れ方向は、図中では当該循環路上の矢印で示される。

【 0 0 4 8 】

冷却水循環路 2 6 0 には、排気管 1 1 0 に沿って設けられ、内部を冷却水が流れる冷却水管 2 6 5 が含まれる。冷却水管 2 6 5 は、この発明における「冷却管」に相当する。

【 0 0 4 9 】

複数のスタック 2 1 0 は、排気 1 5 の上流側から下流側に沿って順次設けられる。図 2 の構成例では、排気 1 5 の上流側から下流側へスタック S T 1 , S T 2 , S T 3 が順に設けられる。各スタック 2 1 0 は同様の構造を有する。

【 0 0 5 0 】

図 3 を参照して、各スタック 2 1 0 において、高温端 2 7 1 が排気管 1 1 0 と接し、かつ、低温端 2 7 2 が冷却水管 2 6 5 と接するように熱電発電素子 2 7 0 が取付けられる。これにより、複数の熱電発電素子 2 7 0 は、排気管 1 1 0 および冷却水管 2 6 5 に対して、排気 1 5 の上流側から下流側へ順次取付けられる。

【 0 0 5 1 】

熱電発電素子 2 7 0 は、高温端 2 7 1 および低温端 2 7 2 の間の温度差に応じた電力を発電する。したがって、排気管 1 1 0 の上流側から下流側へ順次取付けられた熱電発電素子 2 7 0 の各々は、対応の部位の排気管 1 1 0 および冷却水管 2 6 5 の温度差に応じた電力を発電する。

【 0 0 5 2 】

なお、図 3 に示すように、熱電発電素子 2 7 0 を排気管 1 1 0 および冷却水管 2 6 5 の間に挟み込んで配置することにより、熱電発電素子 2 7 0 を効率的に取付けることができる。

【 0 0 5 3 】

再び図 2 を参照して、スタック S T 1 ~ S T 3 の熱電発電素子 2 7 0 による発電電力 P 1 ~ P 3 は、電力変換器 2 2 0 によって電力 P h に変換される。電力 P h は、図 1 に示したように、バッテリー 2 0 の充電電力に用いられ、あるいは、インバータ 3 0 へ直接入力される。すなわち、電力変換器 2 2 0 は、スタック S T 1 ~ S T 3 からの発電電力 P 1 ~ P 3 を、バッテリー 2 0 の充電電力あるいはインバータ 3 0 への入力電力へ変換する。

【 0 0 5 4 】

冷却水は、主に冷却水管 2 6 5 の通過時に排気管を冷却することにより、排気 1 5 から熱を奪ってその温度を下げる。

【 0 0 5 5 】

冷却水循環路 2 6 0 を循環して温度が情報した冷却水は、冷却水循環路 2 5 0 へ送出され冷却水ラジエータ 2 4 0 によって放熱される。冷却水循環路 2 6 0 を循環した冷却水は、再び冷却水循環路 2 5 0 へ送出されて排気 1 5 の冷却に用いられる。

【 0 0 5 6 】

この発明による排気熱発電装置 2 0 0 では、冷却水管 2 6 5 中の冷却水の流れが、排気管 1 1 0 を流れる排気 1 5 の方向と対向するように設計される。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

具体的には、冷却水ポンプ 230 から送出された冷却水が、排気管 110 の下流側のスタック S T 3 から上流側のスタック S T 1 の方向へ、スタック S T 3 ~ S T 2 ~ S T 1 の順に冷却水管 265 中を通過するように冷却水循環路 260 が設計される。

【0058】

図 4 には、比較例として示される、冷却水の循環経路が異なる排気熱発電装置 200 が示される。

【0059】

図 4 を参照して、比較例として示される排気熱発電装置 200 は、排気管 110 中の排気 15 と同じ方向に、冷却水管 265 を冷却水を流れる点が図 2 に示した排気熱発電装置 200 と異なる。排気熱発電装置 200 のその他の構成は、図 2 に示した排気熱発電装置 200 と同様である。 10

【0060】

すなわち、排気熱発電装置 200 では、排気 15 の上流側のスタック S T 1 から下流側のスタック S T 3 へ向かってスタック S T 1 ~ S T 2 ~ S T 3 の順に、冷却水が冷却水管 265 中を通過するように冷却水ポンプ 230 が配置される。

【0061】

図 5 (a) には、排気熱発電装置 200 での各スタック S T 1 ~ S T 3 における熱発電素子の高温端および低温端の間の温度差が示され、図 6 (a) には図 5 (a) に示した温度差による各スタックでの発電量が示される。

【0062】

排気熱発電装置 200 では、排気管 110 での排気 15 の流れ方向と、冷却水管 265 中の冷却水の流れ方向とが同じであるので、冷却水管 265 と接する低温端 272 の温度 282 は、スタック S T 1 から S T 3 へ向かって順に高くなる。一方、排気管 110 と接する低温端 272 の温度 282 は、スタック S T 1 から S T 3 へ向かって順に低くなる。 20

【0063】

この結果、高温端および低温端の温度 281 および 282 の温度差 t_1 , t_2 、 t_3 のばらつきが大きくなる。すなわち、排気管の下流側に位置するスタック (S T 3) において、温度差 t_3 を確保することが困難となる。

【0064】

これに対して、図 5 (b) には、この発明による排気熱発電装置 200 での各スタック S T 1 ~ S T 3 における熱発電素子の高温端および低温端の間の温度差が示され、図 6 (b) には図 5 (b) に示した温度差による各スタックでの発電量が示される。 30

【0065】

排気熱発電装置 200 では、排気管 110 内の排気 15 の流れ方向と、冷却水管 265 内の冷却水の流れ方向とが対向するため、冷却水管 265 と接する低温端 272 の温度 282 は、スタック S T 1 から S T 3 へ向かって順に低くなる。排気管 110 と接する低温端 272 の温度 282 は、排気熱発電装置 200 と同様に、スタック S T 1 から S T 3 に向かって順に低くなる。

【0066】

したがって、高温端および低温端の温度 281 および 282 の温度差 t_1 , t_2 , t_3 のばらつきは抑制され、排気管 110 の下流側に位置するスタック (S T 3) においても温度差 t_3 を確保することが可能となる。 40

【0067】

この結果、図 6 (a) に示されるように、比較例として示される排気熱発電装置 200 では、スタック S T 1 ~ S T 3 における発電量 P_1 ~ P_3 にばらつきが大きいため、特に下流側のスタック S T 3 での発電量を確保することができず、発電量 P_h についてもそれほど大きく確保できない。

【0068】

これに対して、図 6 (b) に示されるように、この発明による排気熱発電装置 200 で 50

は、下流側のスタック S T 3 でも熱電発電素子での温度差 t_3 を確保できるので、各スタック S T 1 ~ S T 3 における発電量 $P_1 \sim P_3$ のばらつきが小さくなり、トータルの発電量 P_h を比較例での P_h よりも大きくすることができる。これにより、排気熱発電装置の発電効率が向上する。

【0069】

さらに、発電効率に優れたこの発明による排気熱発電装置によって、以下に説明するようなエンジン駆動制御を行なうことにより、ハイブリッド自動車の燃費を低減できる。

【0070】

図1で説明したように、E C U 90 は、車両状況に応じてエンジン10およびモータ80の作動を制御する。特に、S O C (State of Charge) 値の監視等によって、バッテリー20の充電状態を一定レベルへ維持するために、E C U 90 は、エンジン10に要求されるエンジンパワー P_e を算出するとともに、算出されたエンジンパワー P_e に基づいて、下記の式(1)、(2)に従ってエンジン10の作動・停止および作動時の出力パワーを制御する。

【0071】

$$P_e = P_v + P_b \quad \cdots (1)$$

$$P_b = P_{chg} + P_{sm} - P_h \quad \cdots (2)$$

式(1)、(2)において、車両要求パワー P_v は、アクセル操作に代表される運転者からの操作および、現在の車速に代表される車両状況等から、E C U 90 に予めプログラムされた所定の算出式に従って算出されるものとする。バッテリーパワー P_b は、S O C 値に応じて算出されるバッテリー充電要求パワー P_{chg} 、および補機等での損失パワー P_{sm} の和から、排気熱発電装置200による発電量 P_h を差し引いて算出される。

【0072】

このように、車両要求パワー P_v およびバッテリー20の充電状態を維持するためのバッテリー充電要求パワー P_{chg} を考慮してエンジン10の作動・停止を制御する構成において、排気熱発電装置による発電量 P_h をさらに反映して当該制御を行なうことにより、排気熱発電装置での発電効率向上をより有効にエンジン10の作動頻度低減につなげることができる。これにより、排気熱発電装置200での発電効率向上を自動車の燃費向上へより直接的に反映することが可能となる。

【0073】

なお、この発明による排気熱発電装置200は、図1に示したハイブリッドシステムのみでなく、たとえば図7に示すような、四輪駆動が可能なハイブリッドシステム101に適用することも可能である。

【0074】

図7は、この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステムの他の構成例を示すブロック図である。

【0075】

図7を参照して、この発明の他の例によるハイブリッドシステム101は、前輪40aおよび40bを駆動可能な四輪駆動システムを有している。

【0076】

ハイブリッドシステム101は、エンジン10と、バッテリー20と、インバータ30と、E C U 90 と、フロント用のトランスアクスル151と、リア用のトランスアクスル152と、排気熱発電装置200とを有する。

【0077】

フロント用のトランスアクスル151は、動力分割機構61と、モータジェネレータM G 1 と、無段変速装置(C V T) 55とを有する。モータジェネレータM G 1 は、車輪40aの駆動用に設けられた図1におけるモータ80と同様の機能を有する。動力分割機構61は、図1における動力分割機構60と同様の機能を有し、エンジン10からの動力を、無段変速機55を介して車輪40aの駆動力とする経路と、モータジェネレータM G 1 の発電用駆動力する経路との間で分配する。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

さらに、モータジェネレータM G 1がインバータ3 0からの供給電力によって回転されることで発生する駆動力は、動力分割機構6 0を介して無段変速機5 5へ与えられることにより、車輪4 0 aの駆動力として用いることができる。

【 0 0 7 9 】

リア用のトランスアクスル1 5 2は、モータジェネレータM G 2を有する。モータジェネレータM G 2は、インバータ3 0からの供給電力によって後輪4 0 bを駆動することができる。

【 0 0 8 0 】

図1に示した構成と同様に、バッテリー2 0からの供給電力は電力ライン5 1を介してインバータ3 0へ供給される。また、排気熱発電装置2 0 0からの発電電力は、経路2 1 5によってバッテリー2 0を充電するために用いてもよく、あるいは経路2 2 0に示すようにインバータ3 0へ直接入力することも可能である。 10

【 0 0 8 1 】

モータジェネレータM G 1およびM G 2は、回生動作時には車輪4 0 a , 4 0 bによって回転されて発電する。発電された電力は、インバータ3 0によって直流電力に変換されてバッテリー2 0の充電に用いられる。

【 0 0 8 2 】

ハイブリッドシステム1 0 1では、発進時は、モータジェネレータM G 1 , M G 2によって車輪4 0 a , 4 0 bが駆動される。また、エンジン効率の悪い領域での走行となる軽負荷時には、エンジン1 0を停止して、フロント用のモータジェネレータM G 1による前輪4 0 aの駆動によって走行が行なわれる。 20

【 0 0 8 3 】

通常走行時には、エンジン効率の良い領域での走行となるため、基本的にはエンジン1 0の動力によって前輪4 0 aを駆動することで走行する。この際に、バッテリー2 0の充電量が不足している場合には、必要に応じてエンジン1 0の駆動力を用いてモータジェネレータM G 1を発電機として駆動することによって、バッテリー2 0の充電が行なわれる。

【 0 0 8 4 】

全開加速時には、エンジン1 0の出力が上昇されるとともに、無段変速機(C V T)の変速比を大きくすることにより加速が行なわれる。また、モータジェネレータM G 1によって車輪駆動力をアシストすることで加速力が増加される。さらに、必要に応じてリア用のモータジェネレータM G 2による後輪4 0 bの駆動によってさらに加速が強化される。 30

【 0 0 8 5 】

制動減速時には、モータジェネレータM G 1 , M G 2を発電機として作動させて運動エネルギーを回収し、バッテリー2 0を充電する。

【 0 0 8 6 】

さらに低摩擦係数(μ)路走行時には、前輪4 0 aのスリップ検出等に応答して、フロント用のモータジェネレータM G 1を発電機として作動させて発電した電力を利用して、リア用のモータジェネレータM G 2を駆動して四輪駆動(4 W D)とすることにより車両の走行安定性を確保する。 40

【 0 0 8 7 】

この際に、モータジェネレータM G 1の発電量ではモータジェネレータM G 2の駆動電力が十分供給できない場合には、バッテリー2 0からの供給電力によってモータジェネレータM G 2が動作される。

【 0 0 8 8 】

ハイブリッドシステム1 0 1においても、E C U 9 0は、車両状況に応じた車両要求パワーおよびバッテリー2 0の充電状態を維持するように算出されるバッテリーパワーに基づいて、エンジン1 0の作動・停止および出力パワーを制御するので、この発明による効率の高い排気熱発電装置を用いることにより、エンジンの作動頻度および出力パワーを有効に低減して燃費向上を図ることが可能となる。 50

【 0 0 8 9 】

以上この発明の実施の形態では、この発明による排気熱発電装置をハイブリッド自動車に搭載する例について説明した。しかしながら、この発明の適用は上記の実施の形態に限定されるものではない。すなわち、この発明による排気熱発電装置は、この他のあらゆる構成のハイブリッド自動車に搭載して、エンジン排気熱を電気エネルギーとして有効に回収して燃費向上を実現できる。また、この発明による排気熱発電装置の適用は、ハイブリッド自動車に限定されず、熱源からの排気を所定方向に導く排気管と当該排気管と並行に設けられた冷却水管とを設ける系に共通に適用して、熱回収効率を向上させることが可能である。

【 0 0 9 0 】

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

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 1 】

【 図 1 】 この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステムの全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 この発明の実施の形態による排気熱発電装置の構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 図 2 における I I I - I I I 断面図である。

【 図 4 】 比較例として示される排気熱発電装置の構成を示すブロック図である。

【 図 5 】 各スタックでの熱電発電素子の高温端および低温端の温度差を説明する図である。

【 図 6 】 各スタックでの発電量を説明する図である。

【 図 7 】 この発明による排気熱発電装置を備えた自動車のハイブリッドシステムの他の構成例を示すブロック図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 2 】

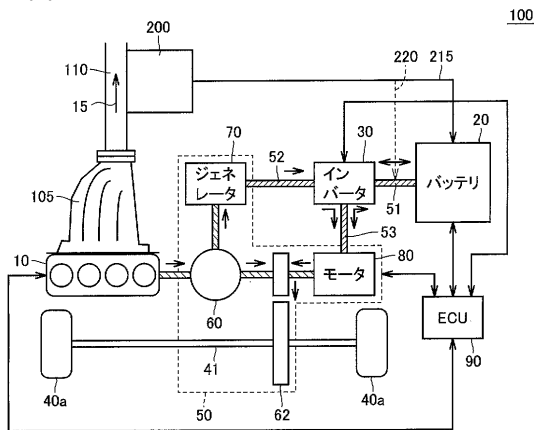
1 0 エンジン、1 5 排気、2 0 バッテリ、3 0 インバータ、4 0 a 車輪（前輪）、4 0 b 後輪、4 1 車軸、5 0 , 1 5 1 , 1 5 2 トランスアクスル、5 1 ~ 5 3 電力ライン、5 5 無段変速機（C V T）、6 0 , 6 1 動力分割機構、6 2 減速機、7 0 ジェネレータ、8 0 モータ、1 0 0 , 1 0 1 ハイブリッドシステム、1 0 5 排気マニホールド、1 1 0 排気管、2 0 0 排気熱発電装置、2 1 0 , S T 1 , S T 2 , S T 3 スタック、2 2 0 電力変換器、2 3 0 冷却水ポンプ、2 4 0 冷却水ラジエータ、2 5 0 , 2 6 0 冷却水循環路、2 6 5 冷却水管、2 7 0 熱電発電素子、2 7 1 高温端、2 7 2 低温端、2 8 1 高温端温度、2 8 2 低温端温度、M G 1 , M G 2 モータジェネレータ、P b バッテリパワー、P c h g バッテリ充電要求パワー、P e エンジンパワー、P h 発電量（排気熱発電装置）、P s m 損失パワー、P v 車両要求パワー。

10

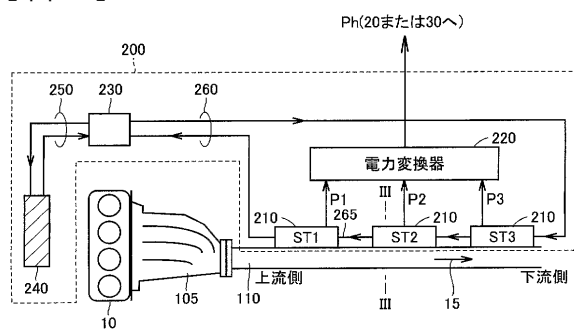
20

30

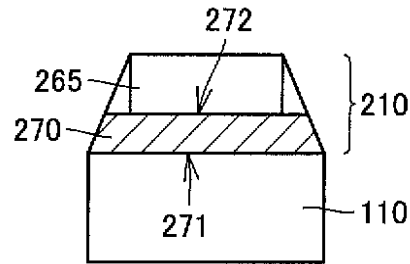
【図 1】



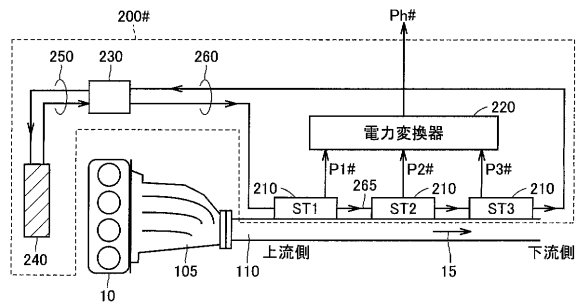
【図 2】



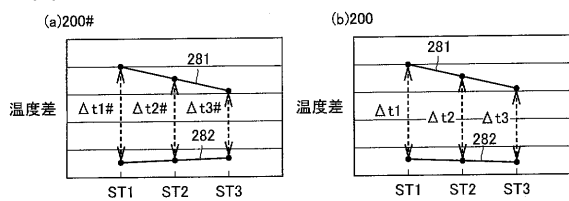
【図 3】



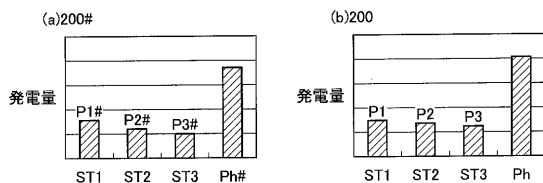
【図 4】



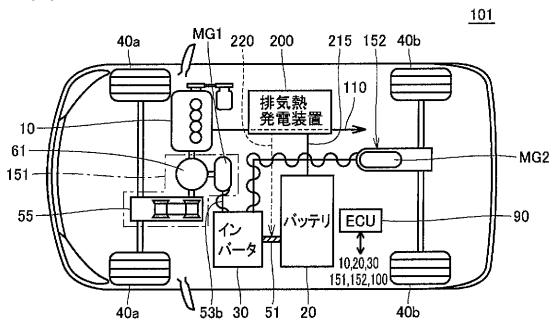
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 35/30	H 0 1 L 35/30	
H 0 2 N 11/00	H 0 2 N 11/00	A

Fターム(参考) 5H115 PA11 PC06 PG04 PI11 PI16 PI29 P006 P017 PU25 PV02
PV09 QI04 RE01 RE02 RE03 SE02 SE03 SE05 SE06 TE01
TE02 TE05 TI01 T005 T014 UI27 UI31