

(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
2014年5月8日(08.05.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/069045 A1

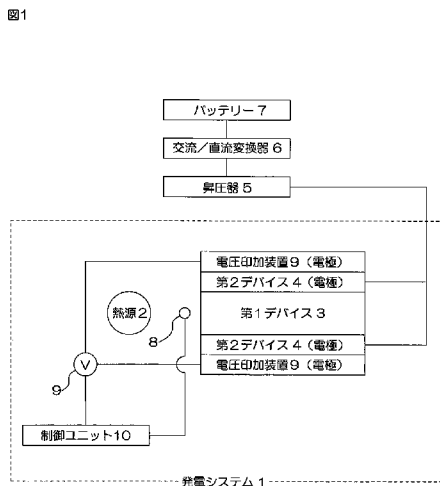
- (51) 国際特許分類:
H02N 11/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067905
- (22) 国際出願日: 2013年6月28日(28.06.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-241227 2012年10月31日(31.10.2012) JP
特願 2012-241228 2012年10月31日(31.10.2012) JP
- (71) 出願人: ダイハツ工業株式会社(DAIHATSU MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5638651 大阪府池田市ダイハツ町1番1号 Osaka (JP). 国立大学法人長岡技術科学大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION NAGAOKA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 Niigata (JP).
- (72) 発明者: 金 允護(KIM, Yoonho); 〒5202593 滋賀県蒲生郡竜王町大字山之上3000番地 ダイハツ工業株式会社 滋賀テクニカルセンター内

Shiga (JP). 山中 暁(YAMANAKA, Satoru); 〒5202593 滋賀県蒲生郡竜王町大字山之上3000番地 ダイハツ工業株式会社 滋賀テクニカルセンター内 Shiga (JP). 金 周永(KIM, Juyoung); 〒5202593 滋賀県蒲生郡竜王町大字山之上3000番地 ダイハツ工業株式会社 滋賀テクニカルセンター内 Shiga (JP). 田中 裕久(TANAKA, Hirohisa); 〒5202593 滋賀県蒲生郡竜王町大字山之上3000番地 ダイハツ工業株式会社 滋賀テクニカルセンター内 Shiga (JP). 中山 忠親(NAKAYAMA, Tadachika); 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人長岡技術科学大学内 Niigata (JP). 武田 雅敏(TAKEDA, Masatoshi); 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人長岡技術科学大学内 Niigata (JP). 山田 昇(YAMADA, Noboru); 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人長岡技術科学大学内 Niigata (JP). 新原 皓一(NIHARA, Koichi); 〒9402188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 国立大学法人長岡技術科学大学内 Niigata (JP).

[続葉有]

(54) Title: ELECTRICITY-GENERATING SYSTEM

(54) 発明の名称: 発電システム



- 1 Electricity-generating system
- 2 Heat source
- 3 First device
- 4 Second device (electrode)
- 5 Booster
- 6 Alternating current/direct current converter
- 7 Battery
- 9 Voltage-applying device (electrode)
- 10 Control unit

(57) Abstract: An electricity-generating system (1) is provided with: a heat source (2) having a temperature that rises and falls over time; a first device (3) having a temperature that rises and falls over time due to the temperature variation of the heat source (2), the first device (3) conducting electric polarization; a second device (4) for drawing electric power from the first device (3); a temperature sensor (8) for detecting the temperature of the first device (3); a voltage-applying device (9) for applying a voltage to the first device (3); and a control unit (10) for actuating the voltage-applying device (9) when a rise in the temperature of the first device (3) is detected by the temperature sensor (8), and stopping the voltage-applying device (9) when a fall in the temperature of the first device (3) is detected by the temperature sensor (8).

(57) 要約: 発電システム1に、温度が経時的に上下する熱源2と、熱源2の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイス3と、第1デバイス3から電力を取り出すための第2デバイス4と、第1デバイス3の温度を検知する温度センサ8と、第1デバイス3に電圧を印加する電圧印加装置9と、温度センサ8によって第1デバイス3の昇温が検知されたときに、電圧印加装置9を作動させ、第1デバイス3の降温が検知されたときに、電圧印加装置9を停止させるための制御ユニット10とを備える。



WO 2014/069045 A1



- (74) 代理人: 岡本 寛之 (OKAMOTO, Hiroyuki); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原4丁目5番36号 セントラル新大阪ビル3F いくみ特許事務所内 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, BN, 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, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 発電システム

技術分野

[0001] 本発明は、発電システム、詳しくは、自動車などの車両に搭載される発電システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、自動車エンジンなどの内燃機関や、ボイラー、空調設備などの熱交換器、発電機、モータなどの電動機関、照明などの発光装置などの各種エネルギー利用装置では、例えば、排熱、光などとして、多くの熱エネルギーが放出および損失されている。

[0003] 近年、省エネルギー化の観点から、放出される熱エネルギーを回収し、エネルギー源として再利用することが要求されている。そのようなシステムとして、具体的には、例えば、温度が経時的に上下する熱源と、その熱源の温度変化に応じて、ピエゾ効果、焦電効果、ゼーベック効果などにより電気分極する第1デバイス（誘電体など）と、第1デバイスから電力を取り出すため、第1デバイスを挟むように対向配置される第2デバイス（電極など）とを備える発電システムが提案されている（例えば、下記特許文献1参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2011-250675号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、上記特許文献1に記載の発電システムにおいては、より効率的に発電することが望まれている。

[0006] また、上記の発電システムを、限られたスペース内、例えば、自動車内などに設置する場合には、省スペース化が要求されている。

[0007] 本発明の目的は、簡易な方法によって、優れた効率で発電することができる発電システムを提供することにある。

[0008] また、本発明の目的は、簡易な方法によって優れた効率で発電することができるとともに、省スペース化を図ることができる発電システムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するため、本発明の発電システムは、温度が経時的に上下する熱源と、前記熱源の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイスと、前記第1デバイスから電力を取り出すための第2デバイスと、前記第1デバイスの温度を検知する検知手段と、前記第1デバイスに電圧を印加する電圧印加手段と、前記検知手段によって前記第1デバイスの昇温が検知されたときに、前記電圧印加手段を作動させ、前記第1デバイスの降温が検知されたときに、前記電圧印加手段を停止させるための制御手段とを備えることを特徴としている。

[0010] また、上記目的を達成するため、本発明の発電システムは、温度が経時的に上下する熱源と、前記熱源の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイスと、前記第1デバイスから電力を取り出すための第2デバイスと、前記第1デバイスから取り出された電力を使用して前記第1デバイスに電圧を印加する電圧印加手段とを備えることを特徴としている。

[0011] このような発電システムによれば、第1デバイスに電圧を印加することにより、第1デバイスから効率的に電力を取り出すことができる。また、この発電システムでは、第1デバイスから取り出された電力を電圧印加手段において使用することができるので、電圧印加手段を作動させるための外部電源などを必要とせず、省スペース化を図ることができる。

[0012] また、本発明の発電システムは、前記第2デバイスに電氣的に接続され、前記第1デバイスから取り出された電力を蓄積可能なバッテリーを備え、前記電圧印加手段は、前記バッテリーに電氣的に接続されており、前記バッテリーに蓄積された電力を使用して前記第1デバイスに電圧を印加することが

好適である。

[0013] このような発電システムでは、第1デバイスから取り出された電力がバッテリーに蓄積されるため、そのバッテリーに蓄積された電力を任意の電気機器に使用することができる。

[0014] また、このような発電システムでは、バッテリーに蓄積された電力を電圧印加手段において用いるので、任意のタイミングで第1デバイスに電圧を印加することができ、発電効率の向上を図ることができる。

[0015] また、本発明の発電システムは、前記第1デバイスの温度を検知する検知手段と、前記検知手段によって前記第1デバイスの昇温が検知されたときに、前記電圧印加手段を作動させ、前記第1デバイスの降温が検知されたときに、前記電圧印加手段を停止させるための制御手段とを備えることが好適である。

[0016] このような発電システムでは、第1デバイスの昇温が検知されたときには、電圧印加手段が作動され、第1デバイスに電圧が印加される。一方、第1デバイスの降温が検知されたときには、電圧印加手段が停止され、電圧の印加が停止される。

[0017] そのため、このような発電システムによれば、電圧印加手段を作動または停止させるという比較的簡易な方法によって、第1デバイスから効率的にエネルギーを取り出すことができ、発電効率の向上を図ることができる。

発明の効果

[0018] 本発明の発電システムでは、第1デバイスの昇温が検知されたときには、電圧印加手段が作動され、第1デバイスに電圧が印加される。一方、第1デバイスの降温が検知されたときには、電圧印加手段が停止され、電圧の印加が停止される。

[0019] このような発電システムによれば、電圧印加手段を作動または停止させるという比較的簡易な方法によって、第1デバイスから効率的にエネルギーを取り出すことができ、発電効率の向上を図ることができる。

[0020] また、本発明の発電システムでは、第1デバイスに電圧を印加することに

より、効率的にエネルギーを取り出すことができるので、発電効率の向上を図ることができ、さらに、電圧を印加するために外部電源を必要としないので、省スペース化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図1は、本発明の発電システムの第1実施形態を示す概略構成図である。

[図2]図2は、本発明の発電システムが搭載された第1実施形態を示す概略構成図である。

[図3]図3は、図2に示す発電システムの要部拡大図である。

[図4]図4は、本発明の発電システムの第2実施形態を示す概略構成図である。

[図5]図5は、本発明の発電システムが搭載された第2実施形態を示す概略構成図である。

[図6]図6は、図5に示す発電システムの要部拡大図である。

[図7]図7は、実施例1における印加電圧と温度変化との関係を示すグラフである。

[図8]図8は、実施例1における印加電圧と温度変化と発電電圧との関係を示すグラフである。

発明の実施形態

[0022] 1. 第1実施形態

図1は、本発明の発電システムの第1実施形態を示す概略構成図である。

[0023] 図1において、発電システム1は、温度が経時的に上下する熱源2と、熱源2の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイス3と、第1デバイス3から電力を取り出すための第2デバイス4と、第1デバイス3の温度を検知する検知手段としての温度センサ8と、第1デバイス3に電圧を印加する電圧印加手段としての電圧印加装置9と、温度センサ8によって第1デバイス3の昇温が検知されたときに電圧印加装置9を作動させ、第1デバイス3の降温が検知されたときに、電圧印加装置9を停止させ

るための制御手段としての制御ユニット10とを備えている。

[0024] 熱源2としては、温度が経時的に上下する熱源であれば、特に制限されないが、例えば、内燃機関、発光装置などの各種エネルギー利用装置が挙げられる。

[0025] 内燃機関は、例えば、車両などの動力を出力する装置であって、例えば、単気筒型または多気筒型が採用されるとともに、その各気筒において、多サイクル方式（例えば、2サイクル方式、4サイクル方式、6サイクル方式など）が採用される。

[0026] このような内燃機関では、各気筒において、ピストンの昇降運動が繰り返されており、これにより、例えば、4サイクル方式では、吸気工程、圧縮工程、爆発工程、排気工程などが順次実施され、燃料が燃焼され、動力が出力されている。

[0027] このような内燃機関において、排気工程では、高温の排気ガスが、排気ガス管を介して排気され、その排気ガスを熱媒体として熱エネルギーが伝達され、排気ガス管の内部温度が上昇する。

[0028] 一方、その他の工程（排気工程を除く工程）では、排気ガス管中の排気ガス量が低減されるため、排気ガス管の内部温度は、排気工程に比べて、下降する。

[0029] このように、内燃機関の温度は、排気工程において上昇し、吸気工程、圧縮工程および爆発工程において下降し、つまり、経時的に上下する。

[0030] とりわけ、上記の各工程は、ピストンサイクルに応じて、周期的に順次繰り返されるため、内燃機関における各気筒の排気ガス管の内部は、上記の各工程の繰り返しの周期に伴って、周期的に温度変化、より具体的には、高温状態と低温状態とが、周期的に繰り返される。

[0031] 発光装置は、点灯（発光）時には、例えば、赤外線、可視光などの光を熱媒体として、その熱エネルギーにより温度上昇し、一方、消灯時には温度低下する。そのため、発光装置は、経時的に、点灯（発光）および消灯することにより、その温度が経時的に上下する。

- [0032] とりわけ、例えば、発光装置が、経時的に照明の点灯および消灯が断続的に繰り返される発光装置（明滅（点滅）式の発光装置）である場合には、その発光装置は、点灯（発光）時における光の熱エネルギーにより、周期的に温度変化、より具体的には、高温状態と低温状態とが、周期的に繰り返される。
- [0033] また、熱源2としては、さらに、例えば、複数の熱源を備え、それら複数の熱源間の切り替えにより、温度変化を生じることできる。
- [0034] より具体的には、例えば、熱源として、低温熱源（冷却材など）と、その低温熱源より温度の高い高温熱源（例えば、加熱材など）との2つの熱源を用意し、経時的に、それら低温熱源および高温熱源を、交互に切り替えて用いる形態が挙げられる。
- [0035] これにより、熱源としての温度を、経時的に上下させることができ、とりわけ、低温熱源および高温熱源の切り替えを、周期的に繰り返すことにより、周期的に温度変化させることができる。
- [0036] 切り替え可能な複数の熱源を備える熱源2としては、特に制限されないが、例えば、燃焼用低温空気供給系、蓄熱式熱交換器、高温ガス排気系、および、供給／排気切替弁を備えた高温空気燃焼炉（例えば、再公表96-5474号公報に記載される高温気体発生装置）、例えば、高温熱源、低温熱源および水素吸蔵合金を用いた海水交換装置（水素吸蔵合金アクチュエータ式海水交換装置）などが挙げられる。
- [0037] これら熱源2としては、上記熱源を単独使用または2種類以上併用することができる。
- [0038] 熱源2として、好ましくは、経時により周期的に温度変化する熱源が挙げられる。
- [0039] また、熱源2として、好ましくは、内燃機関が挙げられる。
- [0040] 第1デバイス3は、熱源2の温度変化に応じて電気分極するデバイスである。
- [0041] ここでいう電気分極とは、結晶の歪みにもなう正負イオンの変位により

誘電分極し電位差が生じる現象、例えばピエゾ効果、および／または、温度変化により誘電率が変化し電位差が生じる現象、例えば焦電効果などのように、材料に起電力が発生する現象と定義する。

[0042] このような第1デバイス3として、より具体的には、例えば、ピエゾ効果により電気分極するデバイス、焦電効果により電気分極するデバイスなどが挙げられる。

[0043] ピエゾ効果は、応力または歪みが加えられたときに、その応力または歪みの大きさに応じて電気分極する効果（現象）である。

[0044] このようなピエゾ効果により電気分極する第1デバイス3としては、特に制限されず、公知のピエゾ素子（圧電素子）を用いることができる。

[0045] 第1デバイス3としてピエゾ素子が用いられる場合には、ピエゾ素子は、例えば、その周囲が固定部材により固定され、体積膨張が抑制された状態において、熱源2に接触するか、または、熱源2の熱を伝達する熱媒体（上記した排気ガス、光など）に接触（曝露）されるように配置される。

[0046] 固定部材としては、特に制限されず、例えば、後述する第2デバイス4（例えば、電極など）を用いることもできる。

[0047] そして、このような場合には、ピエゾ素子は、熱源2の経時的な温度変化により、（場合により熱媒体（上記した排気ガス、光など）を介して）加熱または冷却され、これにより、膨張または収縮する。

[0048] このとき、ピエゾ素子は、固定部材により体積膨張が抑制されているため、ピエゾ素子は、固定部材に押圧され、ピエゾ効果（圧電効果）、または、キュリー点付近での相変態により、電気分極する。これにより、詳しくは後述するが、第2デバイス4を介して、ピエゾ素子から電力が取り出される。

[0049] また、このようなピエゾ素子は、通常、加熱状態または冷却状態が維持され、その温度が一定（すなわち、体積一定）になると、電気分極が中和され、その後、冷却または加熱されることにより、再度、電気分極する。

[0050] そのため、上記したように熱源2が周期的に温度変化し、高温状態と低温状態とが周期的に繰り返される場合などには、ピエゾ素子が周期的に繰り返

し加熱および冷却されるため、 piezo素子の電気分極およびその中和が、周期的に繰り返される。

[0051] その結果、後述する第2デバイス4により、電力が、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）として取り出される。

[0052] 焦電効果は、例えば、絶縁体（誘電体）などを加熱および冷却する時に、その温度変化に応じて絶縁体が電気分極する効果（現象）であって、第1効果および第2効果を含んでいる。

[0053] 第1効果は、絶縁体の加熱時および冷却時において、その温度変化により自発分極し、絶縁体の表面に、電荷を生じる効果とされている。

[0054] また、第2効果は、絶縁体の加熱時および冷却時において、その温度変化により結晶構造に圧力変形が生じ、結晶構造に加えられる応力または歪みにより、圧電分極を生じる効果（piezo効果、圧電効果）とされている。

[0055] このような焦電効果により電気分極するデバイスとしては、特に制限されず、公知の焦電素子を用いることができる。

[0056] 第1デバイス3として焦電素子が用いられる場合には、焦電素子は、熱源2に接触するか、または、熱源2の熱を伝達する熱媒体（上記した排気ガス、光など）に接触（曝露）されるように配置される。

[0057] このような場合において、焦電素子は、熱源2の経時的な温度変化により、（場合により熱媒体（上記した排気ガス、光など）を介して）加熱または冷却され、その焦電効果（第1効果および第2効果を含む）により、電気分極する。これにより、詳しくは後述するが、第2デバイス4を介して、焦電素子から電力が取り出される。

[0058] また、このような焦電素子は、通常、加熱状態または冷却状態が維持され、その温度が一定になると、電気分極が中和され、その後、冷却または加熱されることにより、再度、電気分極する。

[0059] そのため、上記したように熱源2が周期的に温度変化し、高温状態と低温状態とが周期的に繰り返される場合などには、焦電素子が周期的に繰り返し加熱および冷却されるため、焦電素子の電気分極およびその中和が、周期的

に繰り返される。

[0060] その結果、後述する第2デバイス4により、電力が、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）として取り出される。

[0061] これら第1デバイス3は、単独使用または2種類以上併用することができる。

[0062] このような第1デバイス3として、具体的には、上記したように、公知の焦電素子（例えば、 $BaTiO_3$ 、 $CaTiO_3$ 、 $(CaBi)TiO_3$ 、 $BaNd_2Ti_5O_{14}$ 、 $BaSm_2Ti_4O_{12}$ 、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT： $Pb(Zr, Ti)O_3$ ）など）、公知の piezo 素子（例えば、水晶（ SiO_2 ））、酸化亜鉛（ ZnO ）、ロッシェル塩（酒石酸カリウム-ナトリウム）（ $KNaC_4H_4O_6$ ）、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT： $Pb(Zr, Ti)O_3$ ）、ニオブ酸リチウム（ $LiNbO_3$ ）、タンタル酸リチウム（ $LiTaO_3$ ）、リチウムテトラボレート（ $Li_2B_4O_7$ ）、ランガサイト（ $La_3Ga_5SiO_{14}$ ）、窒化アルミニウム（ AlN ）、電気石（トルマリン）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）など）、 $Ca_3(VO_4)_2$ 、 $Ca_3(VO_4)_2/Ni$ 、 $LiNbO_3$ 、 $LiNbO_3/Ni$ 、 $LiTaO_3$ 、 $LiTaO_3/Ni$ 、 $Li(Nb_{0.4}Ta_{0.6})O_3$ 、 $Li(Nb_{0.4}Ta_{0.6})O_3/Ni$ 、 $Ca_3\{(Nb, Ta)O_4\}_2$ 、 $Ca_3\{(Nb, Ta)O_4\}_2/Ni$ などを用いることができる。

[0063] 第1デバイス3のキュリー点は、例えば、 -77°C 以上、好ましくは、 -10°C 以上であり、例えば、 1300°C 以下、好ましくは、 900°C 以下である。

[0064] また、第1デバイス3（絶縁体（誘電体））の比誘電率は、例えば、1以上、好ましくは、100以上、より好ましくは、2000以上である。

[0065] このような発電システム1では、第1デバイス3（絶縁体（誘電体））の比誘電率が高いほど、エネルギー変換効率が高く、高電圧で電力を取り出すことができるが、第1デバイス3の比誘電率が上記下限未満であれば、エネルギー変換効率が低く、得られる電力の電圧が低くなる場合がある。

- [0066] なお、第1デバイス3（絶縁体（誘電体））は、熱源2の温度変化によって電気分極するが、その電気分極は、電子分極、イオン分極および配向分極のいずれでもよい。
- [0067] 例えば、配向分極によって分極が発現する材料（例えば、液晶材料など）では、その分子構造を変化させることにより、発電効率の向上を図ることができるものと期待されている。
- [0068] 図1において、第2デバイス4は、第1デバイス3から電力を取り出すために設けられる。
- [0069] このような第2デバイス4は、より具体的には、特に制限されないが、例えば、上記の第1デバイス3を挟んで対向配置される2つの電極（例えば、銅電極、銀電極など）、例えば、それら電極に接続される導線などを備えており、第1デバイス3に電氣的に接続されている。
- [0070] 温度センサ8は、第1デバイス3の温度を検知するため、第1デバイス3に近接または接触して設けられる。温度センサ8は、第1デバイス3の温度として、第1デバイス3の表面温度を直接検知するか、または、第1デバイス3の周囲の雰囲気温度を検知し、例えば、赤外放射温度計や、熱電対温度計などの公知の温度センサが用いられる。
- [0071] 電圧印加装置9は、第1デバイス3に電圧を印加するため、第1デバイス3に直接または近接して設けられる。具体的には、電圧印加装置9は、例えば、上記した第2デバイス4とは別途、上記の第1デバイス3を挟んで対向配置される2つの電極（例えば、銅電極、銀電極など）、電圧印加電源V、およびそれらに接続される導線などを備えており、電極間に第1デバイス3および第2デバイス4を介在させるように、配置されている。
- [0072] 制御ユニット10は、発電システム1における電氣的な制御を実行するユニット（例えば、ECU: Electronic Control Unit）であり、CPU、ROMおよびRAMなどを備えるマイクロコンピュータで構成されている。
- [0073] この制御ユニット10は、温度センサ8および電圧印加装置9に電氣的に

接続されており、詳しくは後述するが、上記した温度センサ 8 によって第 1 デバイス 3 の昇温または降温が検知されたときに、電圧印加装置 9 を作動または停止させる。

[0074] また、図 1 に示す発電システム 1 では、その第 2 デバイス 4 が、昇圧器 5、交流／直流変換器（AC-DC コンバーター）6 およびバッテリー 7 に、順次、電氣的に接続されている。

[0075] このような発電システム 1 により発電するには、例えば、まず、熱源 2 の温度を経時的に上下、好ましくは、周期的に温度変化させ、その熱源 2 により、第 1 デバイス 3 を、加熱および／または冷却する。

[0076] そして、このような温度変化に応じて、上記した第 1 デバイス 3 を、好ましくは、周期的に電気分極させる。その後、第 2 デバイス 4 を介することにより、電力を、第 1 デバイス 3 の周期的な電気分極に応じて周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）として、取り出す。

[0077] このような発電システム 1 において、熱源 2 の温度は、高温状態における温度が、例えば、200～1200℃、好ましくは、700～900℃であり、低温状態における温度が、上記の高温状態における温度未満、より具体的には、例えば、100～800℃、好ましくは、200～500℃であり、高温状態と低温状態との温度差が、例えば、10～600℃、好ましくは、20～500℃である。

[0078] また、それら高温状態と低温状態との繰り返し周期は、例えば、10～400 サイクル／秒、好ましくは、30～100 サイクル／秒である。

[0079] また、このような発電システム 1 では、より効率的に発電するため、第 1 デバイス 3 の温度状態に応じて、第 1 デバイス 3 に電圧を印加する。

[0080] すなわち、この発電システム 1 では、上記した熱源 2 による加熱および／または冷却とともに、温度センサ 8 によって、第 1 デバイス 3 の温度を連続的に測定し、第 1 デバイス 3 が昇温状態であるか、降温状態であるかを検知する。より具体的には、例えば、温度センサ 8 によって検知される第 1 デバイス 3 の温度が、予め設定された所定の値（例えば、0.2℃／s など）以

上上昇したときに、昇温状態であると検知され、また、第1デバイス3の温度が、予め設定された所定の値（例えば、 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{s}$ など）以上下降したときに、降温状態であると検知される。

[0081] そして、この発電システム1では、第1デバイス3が昇温状態であると検知されたときには、制御ユニット10によって電圧印加装置9を作動させ、第1デバイス3に所定の電圧を印加する。

[0082] 印加電圧としては、電場の強さが、例えば、 $0.2\text{ kV}/\text{mm}$ 以上、好ましくは、 $0.4\text{ kV}/\text{mm}$ 以上であり、例えば、 $5\text{ kV}/\text{mm}$ 以下、好ましくは、 $4\text{ kV}/\text{mm}$ 以下である。

[0083] 印加電圧（電場）が上記範囲であれば、第1デバイス3から取り出されるエネルギー量と、電圧印加装置9により消費されるエネルギー量とのバランスをとることができ、優れた効率で発電することができる。

[0084] また、電圧を印加する時間は、第1デバイス3が降温状態に至るまでであり、具体的には、昇温状態中である。

[0085] そして、第1デバイス3が降温状態であると検知されたときには、制御ユニット10によって電圧印加装置9を停止させ、第1デバイス3に対する電圧の印加を停止する。

[0086] 電圧の印加を停止する時間は、第1デバイス3が昇温状態に至るまでであり、具体的には、降温状態中である。

[0087] また、電圧印加装置9を作動させてから上記電圧が印加される（すなわち、電場の強さが上記の所定値に達する）までの所要時間、および、電圧印加装置9を停止させてから、電場の強さが $0\text{ kV}/\text{mm}$ に達するまでの所要時間は、実質的に0秒とみなすことができる。

[0088] すなわち、この発電システム1では、上記所定値に満たない電圧が印加されている時間は、実質的に0秒であって、上記所定値の電圧が印加されている状態（ON）と、電圧が印加されていない状態（OFF）とが、制御ユニット10によって切り替えられている。

[0089] このように、上記の発電システム1では、第1デバイス3の昇温が検知さ

れたときには、電圧印加装置 9 が作動され、第 1 デバイス 3 に電圧が印加される。一方、第 1 デバイス 3 の降温が検知されたときには、電圧印加装置 9 が停止され、電圧の印加が停止される。

[0090] このような発電システム 1 によれば、電圧印加装置 9 を作動または停止させる、つまり、ON/OFF 操作するという比較的簡易な方法によって、電圧を印加しない場合に比べ、第 1 デバイス 3 から効率的にエネルギーを取り出すことができ、発電効率の向上を図ることができる。

[0091] また、このような発電システム 1 において、第 1 デバイス 3 は、その加熱および/または冷却の方法によっては、昇温および降温されることなく、定温状態（温度変化量が所定値（例えば、 $0.2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ）未満）で一時的に維持される場合がある。そのような場合、電圧は、第 1 デバイス 3 の昇温中およびその昇温後の定温状態中に印加され、降温中およびその降温後の定温状態中に、電圧の印加が停止される。なお、後述するように、熱源 2 として自動車の内燃機関 11 が採用される場合などには、第 1 デバイス 3 は、実質的に定温状態になることなく、昇温状態および降温状態が繰り返される。

[0092] また、発電効率の向上を図る方法としては、上記したように電圧印加装置 9 を単に作動および停止させるだけでなく、例えば、その印加電圧の大きさを第 1 デバイス 3 の温度状態に応じて変化させることも検討される。しかし、このような方法では、印加電圧を徐々に増減させるという煩雑な操作を必要とするため、手間がかかるという不具合がある。

[0093] 一方、上記の発電システム 1 では、電圧印加装置 9 を作動または停止させるという比較的簡易な方法によって、発電効率の向上を図ることができる。

[0094] さらに、上記の第 1 デバイス 3 は、そのキュリ一点を越える環境下に曝されると損傷を生じ、発電性能が低下する場合や、発電不能となる場合がある。しかし、上記の発電システム 1 では、第 1 デバイス 3 が昇温されるときに電圧が印加されるので、第 1 デバイス 2 が、そのキュリ一点を越える環境下に曝される場合にも、第 1 デバイス 3 が損傷することを抑制することができ、発電システム 1 の発電性能が低下することや、発電不能となることを抑制

することができる。その結果、高温環境下においても、優れた効率で発電することができる。

[0095] そして、このような発電システム1では、取り出された電力を、第2デバイス4に接続される昇圧器5において、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）の状態昇圧する。昇圧器5としては、交流電圧を、例えば、コイル、コンデンサなどを用いた簡易な構成により、優れた効率で昇圧できる昇圧器が、用いられる。

[0096] 次に、昇圧器5において昇圧された電力を、交流／直流変換器6において直流電圧に変換した後、バッテリー7に蓄電する。

[0097] このような発電システム1によれば、温度が経時的に上下する熱源2を用いるため、変動する電圧（例えば、交流電圧）を取り出すことができ、その結果、一定電圧（直流電圧）として取り出す場合に比べて、簡易な構成により、優れた効率で昇圧して、蓄電することができる。

[0098] また、熱源2が、周期的に温度変化する熱源であれば、電力を、周期的に変動する波形として取り出すことができ、その結果、簡易な構成により、より優れた効率で昇圧して、蓄電することができる。

[0099] 図2は、本発明の発電システムが搭載された第1実施形態を示す概略構成図、図3は、図2に示す発電システムの要部拡大図である。

[0100] 図2において、自動車25は、内燃機関11、触媒搭載部12、エキゾーストパイプ13、マフラー14および排出パイプ15を備えている。

[0101] 内燃機関11は、エンジン16、および、エキゾーストマニホールド17を備えている。

[0102] エンジン16は、多気筒（4気筒型）多サイクル（4サイクル）方式のエンジンであって、各気筒に、エキゾーストマニホールド17の分岐管18（後述）の上流側端部が接続されている。

[0103] エキゾーストマニホールド17は、エンジン16の各気筒から排出される排気ガスを収束するために設けられる排気多岐管であって、エンジン16の各気筒に接続される複数（4つ）の分岐管18（これらを区別する必要がある

る場合には、図2の上側から順に、分岐管18a、分岐管18b、分岐管18cおよび分岐管18dと称する。)と、それら分岐管18の下流側において、各分岐管18を1つに統合する集気管19とを備えている。

[0104] また、各分岐管18は、その流れ方向途中において、箱型空間20を、それぞれ1つ備えている。箱型空間20は、分岐管18に連通するように介装される略直方体状の空間であって、その内側において、複数の第1デバイス3と、第2デバイス4(図示せず)とを備えている(図3参照)。

[0105] なお、図2においては、複数の第1デバイス3を簡略化し、1つの箱型空間20に対して、1つの第1デバイス3を示しており、また、第2デバイス4の記載を省略している。

[0106] このようなエキゾーストマニホールド17では、分岐管18の上流側端部が、それぞれ、エンジン16の各気筒に接続されるとともに、分岐管18の下流側端部と集気管19の上流側端部とが接続されている。また、集気管19の下流側端部は、触媒搭載部12の上流側端部に接続されている。

[0107] 触媒搭載部12は、例えば、触媒担体およびその担体上にコーティングされる触媒を備えており、内燃機関11から排出される排気ガスに含まれる炭化水素(HC)、窒素酸化物(NO_x)、一酸化炭素(CO)などの有害成分を浄化するために、内燃機関11(エキゾーストマニホールド17)の下流側端部に接続されている。

[0108] エキゾーストパイプ13は、触媒搭載部12において浄化された排気ガスをマフラー14に案内するために設けられており、上流側端部が触媒搭載部12に接続されるとともに、下流側端部がマフラー14に接続されている。

[0109] マフラー14は、エンジン16(とりわけ、爆発工程)において生じる騒音を、静音化するために設けられており、その上流側端部がエキゾーストパイプ13の下流側端部に接続されている。また、マフラー14の下流側端部は、排出パイプ15の上流側端部に接続されている。

[0110] 排出パイプ15は、エンジン16から排出され、エキゾーストマニホールド17、触媒搭載部12、エキゾーストパイプ13およびマフラー14を順

次通過し、浄化および静音化された排気ガスを、外気に放出するために設けられており、その上流側端部がマフラー 14 の下流側端部に接続されるとともに、その下流側端部が、外気に開放されている。

- [0111] そして、この自動車 25 は、上記した発電システム 1 を搭載している。
- [0112] 発電システム 1 は、上記したように、熱源 2、第 1 デバイス 3、第 2 デバイス 4、温度センサ 8、電圧印加装置 9 および制御ユニット 10 を備えている。
- [0113] この発電システム 1 では、熱源 2 として、内燃機関 11 のエンジン 16 が用いられており、また、拡大図および図 3 が参照されるように、各分岐管 18 の箱型空間 20 内には、第 1 デバイス 3 が配置されている。
- [0114] 第 1 デバイス 3 は、シート状に形成されており、箱型空間 20 内において、互いに間隔を隔てて複数整列配置されるとともに、図示しない第 2 デバイス 4（および必要により設けられる固定部材（図示せず））により、固定されている。
- [0115] これにより、第 1 デバイス 3 の表面および裏面の両面、さらには、周側面は、図示しない第 2 デバイス 4 を介して、箱型空間 20 内の外気に露出され、排気ガスに接触（曝露）可能とされている。
- [0116] 第 2 デバイス 4 は、図示しないが、第 1 デバイス 3 を挟んで対向配置される 2 つの電極、および、それら電極に接続される導線を備えている。
- [0117] 温度センサ 8 は、図 2 の拡大図に示すように、各分岐管 18 内において、複数の第 1 デバイス 3 の上流側（排気ガスの流れ方向）近傍に配置され、それらの温度を検知可能に設けられている。
- [0118] なお、温度センサ 8 は、複数の第 1 デバイス 3（図 3 参照）の温度を検知できるように設けることができれば、その数は特に制限されず、必要により単数または複数設けられる。
- [0119] 電圧印加装置 9 は、複数（1 つの第 1 デバイス 3 に対して 2 つ）の電極 22 を備えており、各電極 22 は、各第 1 デバイス 3 の外側において互いに対向し、第 1 デバイス 3 を間に介在させるように配置されている。また、これ

ら各電極 22 は、分岐導線などによって、並列的に接続されている。これら電極 22 に電圧印加電源 V から電圧を印加することにより、電極 22 間、すなわち、第 1 デバイス 3 に電圧を印加することができる。

[0120] なお、図 2 では、各箱型空間 20 内において、1 つの第 1 デバイス 3 と、その第 1 デバイス 3 を挟んで対向配置される一対の電極 22 とを模式的に示している。

[0121] 制御ユニット 10 は、箱型空間 20 の外部において、破線で示すように、全ての温度センサ 8 および電圧印加装置 9 に電氣的に接続されている。

[0122] 具体的には、制御ユニット 10 は、分岐導線などによって、各箱型空間 20 に設けられる温度センサ 8 のそれぞれに並列的に接続されるとともに、電圧印加装置 9 に接続されている。

[0123] また、発電システム 1 は、図 2 に示すように、昇圧器 5、交流／直流変換器 6 およびバッテリー 7 に、順次、電氣的に接続されている。

[0124] そして、このような自動車 25 では、エンジン 16 の駆動により、各気筒において、ピストンの昇降運動が繰り返され、吸気工程、圧縮工程、爆発工程および排気工程が順次実施され、その温度が経時的に上下される。

[0125] より具体的には、例えば、分岐管 18 a に接続される気筒、および、分岐管 18 c に接続される気筒の 2 つの気筒において、ピストンが連動し、吸気工程、圧縮工程、爆発工程および排気工程が、同位相で実施される。これにより、燃料が燃焼され、動力が出力されるとともに、高温の排気ガスが、分岐管 18 a および分岐管 18 c の内部を排気工程において通過する。

[0126] このとき、エンジン 16 の熱が、排気ガス（熱媒体）を介して伝達され、分岐管 18 a および分岐管 18 c の内部温度は、排気工程において上昇し、その他の工程（吸気工程、圧縮工程、爆発工程）において下降するので、ピストンサイクルに応じて、経時的に上下し、高温状態と低温状態とが、周期的に繰り返される。

[0127] 一方、それら 2 つの気筒とはタイミングを異にして、分岐管 18 b に接続される気筒、および、分岐管 18 d に接続される気筒の 2 つの気筒において

、ピストンが連動し、吸気工程、圧縮工程、爆発工程および排気工程が、同位相で実施される。これにより、燃料が燃焼され、動力が出力されるとともに、分岐管 18 a および分岐管 18 c とは異なるタイミングにおいて、高温の排気ガスが、分岐管 18 b および分岐管 18 d の内部を排気工程において通過する。

[0128] このとき、エンジン 16 の熱が、排気ガス（熱媒体）を介して伝達され、分岐管 18 b および分岐管 18 d の内部温度は、排気工程において上昇し、その他の工程（吸気工程、圧縮工程、爆発工程）において下降するので、ピストンサイクルに応じて、経時的に上下し、高温状態と低温状態とが、周期的に繰り返される。

[0129] この周期的な温度変化は、分岐管 18 a および分岐管 18 c の周期的な温度変化とは、周期が同じである一方、位相が異なる。

[0130] そして、この発電システム 1 では、上記したように、各分岐管 18 の内部（箱型空間 20 内）に、シート状の第 1 デバイス 3 が配置されている。

[0131] そのため、エンジン 16（熱源 2）から排出される排気ガスが、分岐管 18 内に導入され、箱型空間 20 内に充填されると、その箱型空間 20 内において、第 1 デバイス 3 の表面および裏面の両面（さらには、周側面）が、（第 2 デバイス 4 を介して）排気ガス（熱媒体）に接触（曝露）され、加熱および／または冷却される。

[0132] すなわち、第 1 デバイス 3 の表面および裏面の両面が、エンジン 16（熱源 2）、および、そのエンジン 16 の熱を伝達する熱媒体の経時的な温度変化により、加熱および／または冷却される。

[0133] そして、これにより、第 1 デバイス 3 を、周期的に高温状態または低温状態にすることができ、第 1 デバイス 3 を、その素子（例えば、 piezo 素子、焦電素子など）に応じた効果（例えば、piezo 効果、焦電効果など）により、電気分極させることができる。

[0134] そのため、この発電システム 1 では、第 2 デバイス 4 を介して、各第 1 デバイス 3 から電力を周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）とし

て、取り出すことができる。

[0135] また、この発電システム 1 では、上記したように、第 1 デバイス 3 の温度を温度センサ 8 によって連続的に検知する。

[0136] そして、第 1 デバイス 3 の昇温が検知されたときには、電圧印加装置 9 を作動させ、第 1 デバイス 3 に電圧を印加する。一方、第 1 デバイス 3 の降温が検知されたときには、電圧印加装置 9 を停止させ、電圧の印加を停止させる。

[0137] これにより、上記の発電システム 1 では、発電効率の向上を図ることができ、さらに、第 1 デバイス 3 の温度がキュリー点を越える場合にも、第 1 デバイス 3 が損傷することを抑制することができる。

[0138] また、この発電システム 1 では、分岐管 18 a および分岐管 18 c の温度と、分岐管 18 b および分岐管 18 d の温度とが、同じ周期、かつ、異なる位相で周期的に変化するため、電力を、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）として、連続的に取り出すことができる。

[0139] そして、排気ガスは、各分岐管 18 を通過した後、集気管 19 に供給され、集気された後、触媒搭載部 12 に供給され、その触媒搭載部 12 に備えられる触媒により浄化される。その後、排気ガスは、エキゾーストパイプ 13 に供給され、マフラー 14 において静音化された後、排出パイプ 15 を介して、外気に排出される。

[0140] このとき、各分岐管 18 内を通過する排気ガスは、集気管 19 において集気されるので、集気管 19、触媒搭載部 12、エキゾーストパイプ 13、マフラー 14 および排出パイプ 15 を順次通過する排気ガスは、その温度が、平滑化されている。

[0141] そのため、温度が平滑化されたこのような排気ガスを通過させる集気管 19、触媒搭載部 12、エキゾーストパイプ 13、マフラー 14 および排出パイプ 15 の温度は、通常、経時的に上下することなく、ほぼ一定である。

[0142] そのため、集気管 19、触媒搭載部 12、エキゾーストパイプ 13、マフラー 14 または排出パイプ 15 を熱源 2 として用い、その周囲または内部に

、上記した第1デバイス3を配置する場合には、第1デバイス3から取り出される電力は、その電圧が小さく、また、一定（直流電圧）である。

[0143] そのため、このような方法では、得られる電力を、簡易な構成で効率良く昇圧することができず、蓄電効率に劣るといふ不具合がある。

[0144] 一方、上記したように、分岐管18の内部空間に第1デバイス3を配置すれば、熱源2の経時的な温度変化により、第1デバイス3を、周期的に高温状態または低温状態にすることができ、第1デバイス3を、そのデバイス（例えば、ピエゾ素子、焦電素子など）に応じた効果（例えば、ピエゾ効果、焦電効果など）により、周期的に電気分極させることができる。

[0145] そのため、この発電システム1では、第2デバイス4を介して、各第1デバイス3から電力を周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）として、取り出すことができる。

[0146] その後、この方法では、例えば、図2において点線で示すように、上記により得られた電力を、第2デバイス4に接続される昇圧器5において、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）の状態に昇圧し、次いで、昇圧された電力を、交流／直流変換器6において直流電圧に変換した後、バッテリー7に蓄電する。バッテリー7に蓄電された電力は、自動車25や、自動車25に搭載される各種電気部品の動力などとして、適宜、用いることができる。

[0147] そして、このような発電システム1によれば、温度が経時的に上下する熱源2を用いるため、変動する電圧（例えば、交流電圧）を取り出すことができ、その結果、一定電圧（直流電圧）として取り出し、DC-DCコンバーターで変換する場合に比べて、優れた効率で昇圧して、蓄電することができる。

2. 第2実施形態

図4は、本発明の発電システムの第2実施形態を示す概略構成図である。

[0148] 図4において、発電システム1は、温度が経時的に上下する熱源2と、熱源2の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイス

3と、第1デバイス3から電力を取り出すための第2デバイス4と、第1デバイス3から取り出された電力を蓄積するためのバッテリー7と、第1デバイス3の温度を検知する検知手段としての温度センサ8と、第1デバイス3から取り出された電力を使用して、第1デバイス3に電圧を印加する電圧印加手段としての電圧印加装置9と、温度センサ8によって第1デバイス3の昇温が検知されたときに電圧印加装置9を作動させ、第1デバイス3の降温が検知されたときに、電圧印加装置9を停止させるための制御手段としての制御ユニット10とを備えている。

[0149] 熱源2、第1デバイス3および第2デバイス4としては、上記した第1実施形態と同様のものが挙げられる。

[0150] バッテリー7は、第1デバイス3から取り出された電力を蓄積可能な公知のバッテリーであって、昇圧器5、および、交流／直流変換器（AC-DCコンバーター）6を介して、第2デバイス4に電氣的に接続されている。

[0151] 温度センサ8は、第1デバイス3の温度を検知するため、第1デバイス3に近接または接触して設けられる。温度センサ8は、第1デバイス3の温度として、第1デバイス3の表面温度を直接検知するか、または、第1デバイス3の周囲の雰囲気温度を検知し、例えば、赤外放射温度計や、熱電対温度計などの公知の温度センサが用いられる。

[0152] 電圧印加装置9は、第1デバイス3に電圧を印加するため、第1デバイス3に直接または近接して設けられる。具体的には、電圧印加装置9は、例えば、上記した第2デバイス4とは別途、上記の第1デバイス3を挟んで対向配置される2つの電極（例えば、銅電極、銀電極など）22、制御回路21およびそれらに接続される導線などを備えており、電極間に第1デバイス3および第2デバイス4を介在させるように、配置されている。

[0153] また、電圧印加装置9は、バッテリー7に電氣的に接続されており、バッテリー7に蓄積された電力を使用可能としている。

[0154] また、電圧印加装置9は、制御回路21を備えている。制御回路21は、電圧印加装置9の電極22に対して電力が供給および停止されることを切り

替えるためのスイッチ回路であって、バッテリー 7 と電極 2 2 との間に介在するように設けられている。

[0155] 制御ユニット 1 0 は、発電システム 1 における電氣的な制御を実行するユニット（例えば、ECU: Electronic Control Unit）であり、CPU、ROM および RAM などを備えるマイクロコンピュータで構成されている。

[0156] この制御ユニット 1 0 は、温度センサ 8 および電圧印加装置 9（すなわち、制御回路 2 1）に電氣的に接続されており、詳しくは後述するが、上記した温度センサ 8 によって第 1 デバイス 3 の昇温または降温が検知されたときに、電圧印加装置 9 を作動または停止させる。

[0157] このような発電システム 1 においては、上記した第 1 実施形態と同様にして、発電される。

[0158] そして、この発電システム 1 では、第 1 デバイス 3 が昇温状態であると検知されたときには、制御ユニット 1 0 によって制御回路 2 1 を切り替え、バッテリー 7 に蓄積された電力、すなわち、第 1 デバイスから取り出された電力を使用して、電圧印加装置 9 を作動させ、第 1 デバイス 3 に所定の電圧を印加する。

[0159] 印加電圧としては、上記した第 1 実施形態と同様である。

[0160] また、電圧を印加する時間は、第 1 デバイス 3 が降温状態に至るまでであり、具体的には、昇温状態中である。

[0161] そして、第 1 デバイス 3 が降温状態であると検知されたときには、制御ユニット 1 0 によって制御回路 2 1 を切り替え、電圧印加装置 9 を停止させ、第 1 デバイス 3 に対する電圧の印加を停止する。

[0162] 電圧の印加を停止する時間は、第 1 デバイス 3 が昇温状態に至るまでであり、具体的には、降温状態中である。

[0163] また、電圧印加装置 9 を作動させてから上記電圧が印加される（すなわち、電場の強さが上記の所定値に達する）までの所要時間、および、電圧印加装置 9 を停止させてから、電場の強さが 0 kV/mm に達するまでの所要時

間は、実質的に0秒とみなすことができる。

[0164] すなわち、この発電システム1では、上記所定値に満たない電圧が印加されている時間は、実質的に0秒であって、上記所定値の電圧が印加されている状態（ON）と、電圧が印加されていない状態（OFF）とが、制御ユニット10によって切り替えられている。

[0165] このように、上記の発電システム1では、第1デバイス3の昇温が検知されたときには、電圧印加装置9が作動され、第1デバイス3に電圧が印加される。一方、第1デバイス3の降温が検知されたときには、電圧印加装置9が停止され、電圧の印加が停止される。

[0166] なお、このような発電システム1において、第1デバイス3は、その加熱および／または冷却の方法によっては、昇温および降温されることなく、定温状態（温度変化量が所定値（例えば、 $0.2^{\circ}\text{C}/\text{s}$ ）未満）で一時的に維持される場合がある。そのような場合、電圧は、第1デバイス3の昇温中およびその昇温後の定温状態中に印加され、降温中およびその降温後の定温状態中に、電圧の印加が停止される。なお、後述するように、熱源2として自動車の内燃機関11が採用される場合などには、第1デバイス3は、実質的に定温状態になることなく、昇温状態および降温状態が繰り返される。

[0167] そして、このような発電システム1によれば、第1デバイス3に電圧を印加することにより、第1デバイス3から効率的に電力を取り出すことができる。また、この発電システム1では、第1デバイス3から取り出された電力を電圧印加装置9において使用することができるので、電圧印加装置9を作動させるための外部電源などを必要とせず、省スペース化を図ることができる。

[0168] また、上記の発電システム1では、第1デバイス3から取り出された電力がバッテリー7に蓄積されるため、そのバッテリー7に蓄積された電力を任意の電気機器に使用することができる。

[0169] また、このような発電システム1では、バッテリー7に蓄積された電力を電圧印加装置9において用いるので、任意のタイミングで第1デバイス3に

電圧を印加することができ、発電効率の向上を図ることができる。

[0170] さらに、このような発電システム1では、第1デバイスの3昇温が検知されたときには、電圧印加装置9が作動され、第1デバイス3に電圧が印加される。一方、第1デバイス3の降温が検知されたときには、電圧印加装置9が停止され、電圧の印加が停止される。

[0171] そのためこのような発電システム1によれば、電圧印加装置9を作動または停止させる、つまり、ON/OFF操作するという比較的簡易な方法によって、電圧を印加しない場合に比べ、第1デバイス3から効率的にエネルギーを取り出すことができ、発電効率の向上を図ることができる。

[0172] また、発電効率の向上を図る方法としては、上記したように電圧印加装置9を単に作動および停止させるだけでなく、例えば、その印加電圧の大きさを第1デバイス3の温度状態に応じて変化させることも検討される。しかし、このような方法では、印加電圧を徐々に増減させるという煩雑な操作を必要とするため、手間がかかるという不具合がある。

[0173] 一方、上記の発電システム1では、電圧印加装置9を作動または停止させるという比較的簡易な方法によって、発電効率の向上を図ることができる。

[0174] さらに、上記の第1デバイス3は、そのキュリ一点を越える環境下に曝されると損傷を生じ、発電性能が低下する場合や、発電不能となる場合がある。しかし、上記の発電システム1では、第1デバイス3が昇温されるときに電圧が印加されるので、第1デバイス2が、そのキュリ一点を越える環境下に曝される場合にも、第1デバイス3が損傷することを抑制することができる。その結果、高温環境下においても、優れた効率で発電することができる。

[0175] そして、このような発電システム1では、取り出された電力を、第2デバイス4に接続される昇圧器5において、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）の状態昇圧する。昇圧器5としては、交流電圧を、例えば、コイル、コンデンサなどを用いた簡易な構成により、優れた効率で昇圧で

きる昇圧器が、用いられる。

- [0176] 次いで、昇圧器 5 において昇圧された電力を、交流／直流変換器 6 において直流電圧に変換した後、バッテリー 7 に蓄電する。
- [0177] このような発電システム 1 によれば、温度が経時的に上下する熱源 2 を用いるため、変動する電圧（例えば、交流電圧）を取り出すことができ、その結果、一定電圧（直流電圧）として取り出す場合に比べて、簡易な構成により、優れた効率で昇圧して、蓄電することができる。
- [0178] また、熱源 2 が、周期的に温度変化する熱源であれば、電力を、周期的に変動する波形として取り出すことができ、その結果、簡易な構成により、より優れた効率で昇圧して、蓄電することができる。
- [0179] 図 5 は、本発明の発電システムが搭載された第 2 実施形態を示す概略構成図、図 6 は、図 5 に示す発電システムの要部拡大図である。
- [0180] 図 5 において、自動車 25 は、上記した第 1 実施形態における自動車 25 と同様、内燃機関 11、触媒搭載部 12、エキゾーストパイプ 13、マフラー 14 および排出パイプ 15 を備えている。
- [0181] そして、この自動車 25 は、上記した発電システム 1 を搭載している。
- [0182] 発電システム 1 は、上記したように、熱源 2、第 1 デバイス 3、第 2 デバイス 4、バッテリー 7、温度センサ 8、電圧印加装置 9 および制御ユニット 10 を備えている。
- [0183] この発電システム 1 では、熱源 2 として、内燃機関 11 のエンジン 16 が用いられており、また、拡大図および図 6 が参照されるように、各分岐管 18 の箱型空間 20 内には、第 1 デバイス 3 が配置されている。
- [0184] 第 1 デバイス 3 は、シート状に形成されており、箱型空間 20 内において、互いに間隔を隔てて複数整列配置されるとともに、図示しない第 2 デバイス 4（および必要により設けられる固定部材（図示せず））により、固定されている。
- [0185] これにより、第 1 デバイス 3 の表面および裏面の両面、さらには、周側面は、図示しない第 2 デバイス 4 を介して、箱型空間 20 内の外気に露出され

、排気ガスに接触（曝露）可能とされている。

[0186] 第2デバイス4は、図示しないが、第1デバイス3を挟んで対向配置される2つの電極、および、それら電極に接続される導線を備えている。

[0187] また、第2デバイス4（図示せず）は、図5において破線で示すように、昇圧器5、交流／直流変換器6およびバッテリー7に、順次、電氣的に接続されている。

[0188] 温度センサ8は、図5の拡大図に示すように、各分岐管18内において、複数の第1デバイス3の上流側（排気ガスの流れ方向）近傍に配置され、それらの温度を検知可能に設けられている。

[0189] なお、温度センサ8は、複数の第1デバイス3（図6参照）の温度を検知できるように設けることができれば、その数は特に制限されず、必要により単数または複数設けられる。

[0190] 電圧印加装置9は、複数（1つの第1デバイス3に対して2つ）の電極22を備えており、各電極22は、各第1デバイス3の外側において互いに対向し、第1デバイス3を間に介在させるように配置されている。また、これら各電極22は、分岐導線などによって、並列的に接続されており、それら導線は、制御回路21に集約されている。このような電圧印加装置9では、制御回路21の切り替えによって、バッテリー7に蓄積された電力を用いて、電極22に電圧を印加することにより、電極22間、すなわち、第1デバイス3に電圧を印加することができる。

[0191] なお、図5では、各箱型空間20内において、1つの第1デバイス3と、その第1デバイス3を挟んで対向配置される一対の電極22とを模式的に示している。

[0192] 制御ユニット10は、箱型空間20の外部において、破線で示すように、全ての温度センサ8および電圧印加装置9に電氣的に接続されている。

[0193] 具体的には、制御ユニット10は、分岐導線などによって、各箱型空間20に設けられる温度センサ8のそれぞれに並列的に接続されるとともに、電圧印加装置9に接続されている。

- [0194] そして、このような自動車 25 では、上記した第 1 実施形態と同様にして、エンジン 16 が駆動され、発電システム 1 により発電される。
- [0195] また、上記した第 1 実施形態と同様にして、得られた電力を、第 2 デバイス 4 に接続される昇圧器 5 において、周期的に変動する波形（例えば、交流、脈流など）の状態昇圧し、次いで、昇圧された電力を、交流／直流変換器 6 において直流電圧に変換した後、バッテリー 7 に蓄電する。
- [0196] バッテリー 7 に蓄電された電力は、上記したように、電圧印加装置 9 により用いられるが、その他、例えば、自動車 25 や、自動車 25 に搭載される各種電気部品の動力などとして、適宜、用いることができる。
- [0197] そして、このような発電システム 1 によれば、温度が経時的に上下する熱源 2 を用いるため、変動する電圧（例えば、交流電圧）を取り出すことができ、その結果、一定電圧（直流電圧）として取り出し、DC-DC コンバーターで変換する場合に比べて、優れた効率で昇圧して、蓄電することができる。
- [0198] なお、この発電システム 1 は、交流／直流変換器 6 を備えることなく、さらには、必要により DC-DC コンバーターを用いて、取り出された電力を、交流のまま各種電気部品の動力などとして、適宜、用いることもできる。
- [0199] さらに、この発電システム 1 では、例えば、バッテリー 7 を備えることなく、取り出された電力を、そのまま電圧印加装置 9 において用いることができる。そのような場合には、図 4 において仮想線で示すように、第 2 デバイス 4 と電圧印加装置 9 の制御回路 21 とが電氣的に接続される。

実施例

- [0200] 次に、本発明を実施例に基づいて説明するが、本発明は下記の実施例によって限定されるものではない。
- [0201] 実施例 1（第 1 実施形態としての実施例（第 2 実施形態としての参考実施例））

バルク型の piezo 素子（表面および裏面に、銀電極（第 2 デバイス）が形成された第 1 デバイス、構造：PZT、キュリー点（ T_c ） 295°C 、比誘

電率：2130、製番：C-6、富士セラミックス製）を、縦15mm×横10mm×厚み0.5mmサイズのシート状にカットした。

[0202] 次いで、そのピエゾ素子と並列に、100kΩの抵抗素子を配置した。なお、抵抗素子は、電流特性を明確に確認するために設けた。

[0203] 熱源として、動力計（型番：KFエンジン、ダイハツ工業社製）に接続したエンジン（3気筒：4サイクル）を用い、排気ガスが通過する配管1つを選択し、エンジンからの配管長さが55cmとなる位置に箱型空間を形成して、上記サンプルを配置した。

[0204] 次いで、各サンプルの温度を検知できるよう、熱電対（温度センサ）を配置するとともに、電圧を印加できるようにサンプルを電圧印加装置（型番：MODEL677B、トレックジャパン社製）の電極で挟み込んだ。そして、電圧印加電源および制御ユニットを箱型空間の外部に配置し、それぞれ、電氣的に接続した。

[0205] なお、制御ユニット（CPU）においては、熱電対により測定されるサンプルの温度が、0.2℃/s以上上昇するときに昇温状態であり、0.2℃/s以上降下するときに降温状態であるものと設定した。

[0206] その後、エンジンをJC08モードで運転し、温度が経時的に上下する排ガスにサンプルを曝露した。これにより、ピエゾ素子の温度を経時的に上下させるとともに電気分極させ、電極および導線を介して、発電電圧（電力）を取り出した。

[0207] また、サンプルの温度（平均値）を熱電対により測定し、サンプルが昇温状態であると検知されたときに、サンプルに電圧（電場強さ：0.25kV/mm）を印加した。

[0208] そして、サンプルから取り出された電力の電圧変化を電圧計により観測した。

[0209] このようにして、JC08モードでのエンジン運転を繰り返した。印加電圧と温度変化との関係を、図7に示す。また、JC08モードで運転を開始してから350秒が経過するまでの発電電圧を、その間の印加電圧と温度変

化の関係とともに、図8に示す。

[0210] なお、上記発明は、本発明の例示の実施形態として提供したが、これは単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。当該技術分野の当業者によって明らかな本発明の変形例は、後記特許請求の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0211] 本発明の発電システムは、自動車エンジンなどの内燃機関や、ボイラー、空調設備などの熱交換器、発電機、モータなどの電動機関、照明などの発光装置などの各種エネルギー利用装置において放出される熱エネルギーにより発電するために用いられる。

符号の説明

- | | | |
|--------|----|----------|
| [0212] | 1 | 発電システム |
| | 2 | 熱源 |
| | 3 | 第1デバイス |
| | 4 | 第2デバイス |
| | 5 | 昇圧器 |
| | 6 | 交流／直流変換器 |
| | 7 | バッテリー |
| | 8 | 温度センサ |
| | 9 | 電圧印加装置 |
| | 10 | 制御ユニット |

請求の範囲

- [請求項1] 温度が経時的に上下する熱源と、
前記熱源の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイスと、
前記第1デバイスから電力を取り出すための第2デバイスと、
前記第1デバイスの温度を検知する検知手段と、
前記第1デバイスに電圧を印加する電圧印加手段と、
前記検知手段によって
前記第1デバイスの昇温が検知されたときに、前記電圧印加手段を作動させ、
前記第1デバイスの降温が検知されたときに、前記電圧印加手段を停止させる
ための制御手段と
を備えることを特徴とする、発電システム。
- [請求項2] 温度が経時的に上下する熱源と、
前記熱源の温度変化により温度が経時的に上下され、電気分極する第1デバイスと、
前記第1デバイスから電力を取り出すための第2デバイスと、
前記第1デバイスから取り出された電力を使用して前記第1デバイスに電圧を印加する電圧印加手段と
を備えることを特徴とする、発電システム。
- [請求項3] 前記第2デバイスに電氣的に接続され、前記第1デバイスから取り出された電力を蓄積可能なバッテリーを備え、
前記電圧印加手段は、前記バッテリーに電氣的に接続されており、前記バッテリーに蓄積された電力を使用して前記第1デバイスに電圧を印加する
ことを特徴とする、請求項2に記載の発電システム。
- [請求項4] 前記第1デバイスの温度を検知する検知手段と、

前記検知手段によって

前記第 1 デバイスの昇温が検知されたときに、前記電圧印加手段
を作動させ、

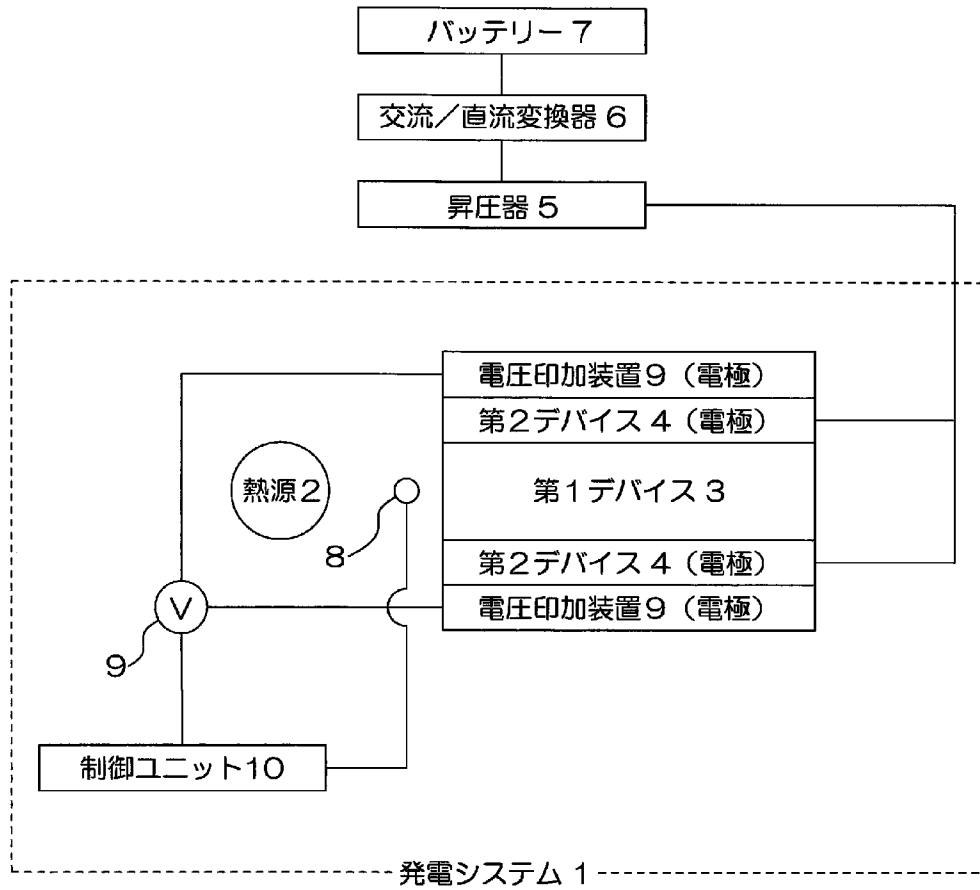
前記第 1 デバイスの降温が検知されたときに、前記電圧印加手段
を停止させる

ための制御手段と

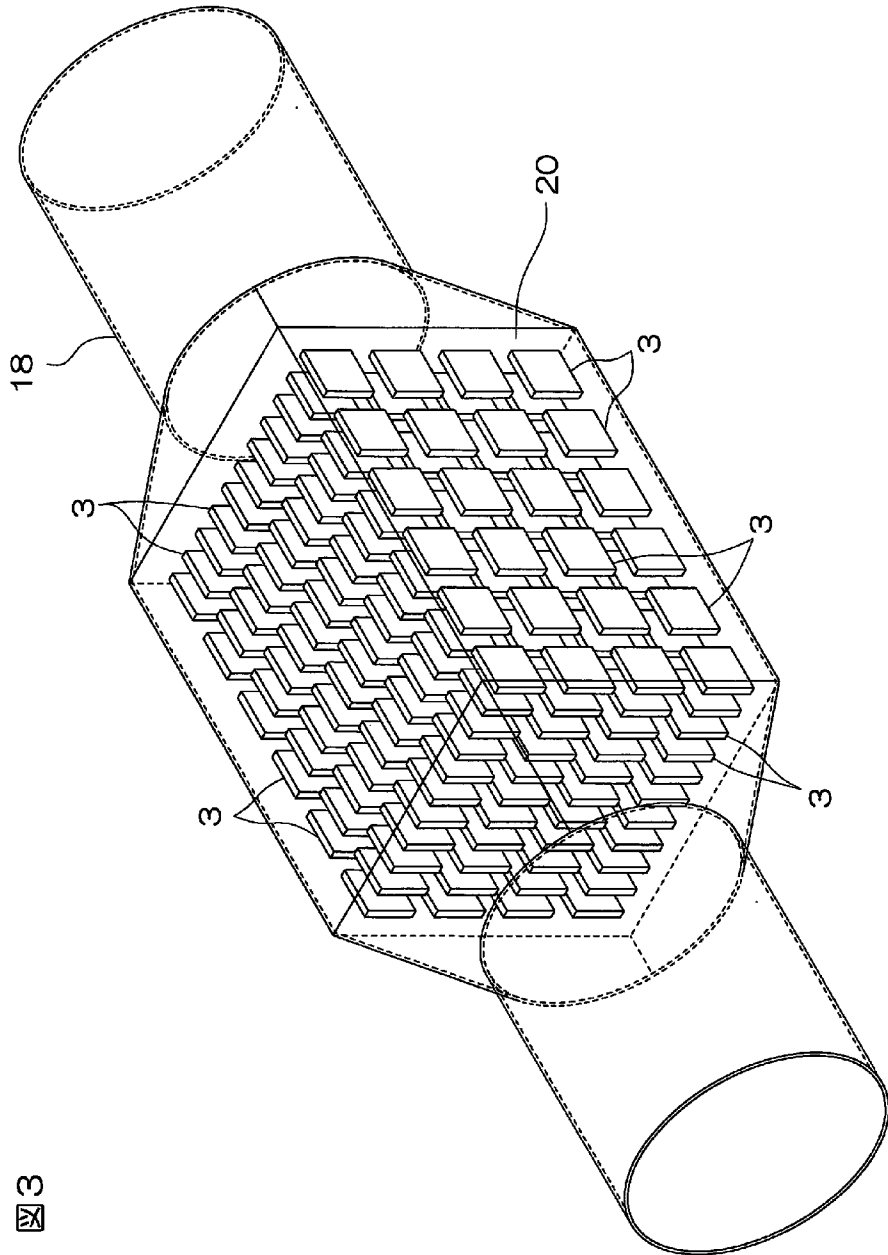
を備えることを特徴とする、請求項 2 に記載の発電システム。

[図1]

図1



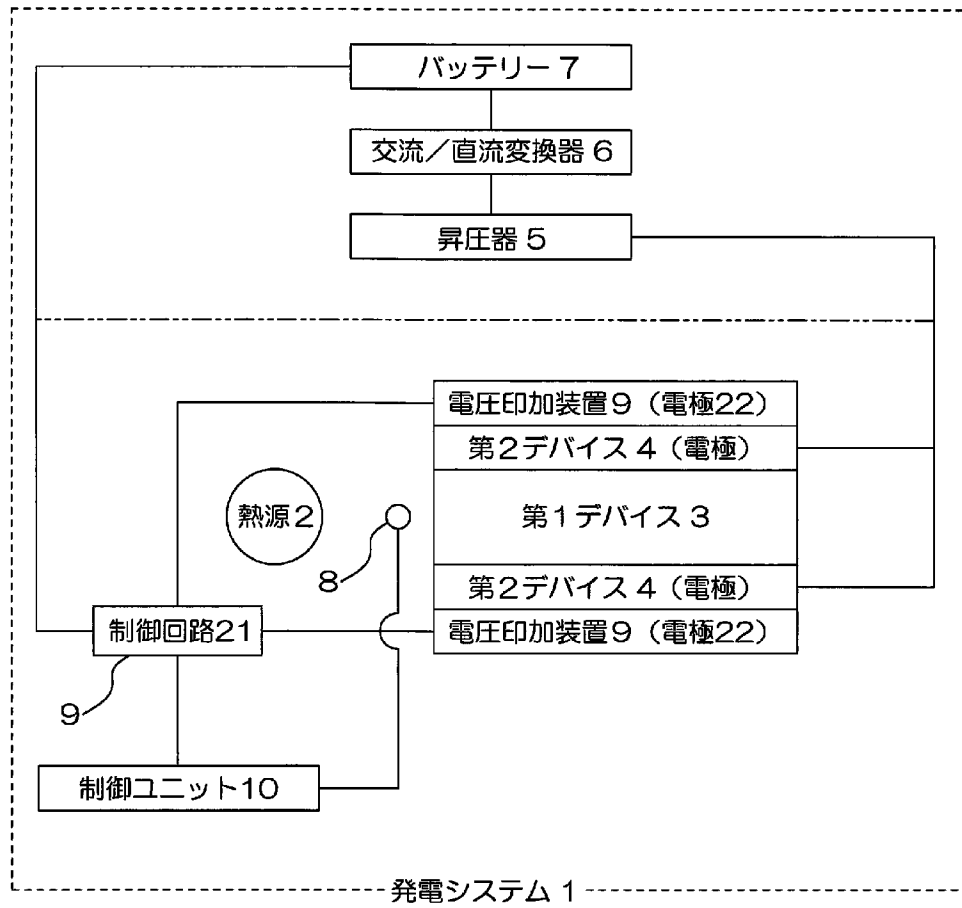
[図3]



[図3]

[図4]

図4



[図5]

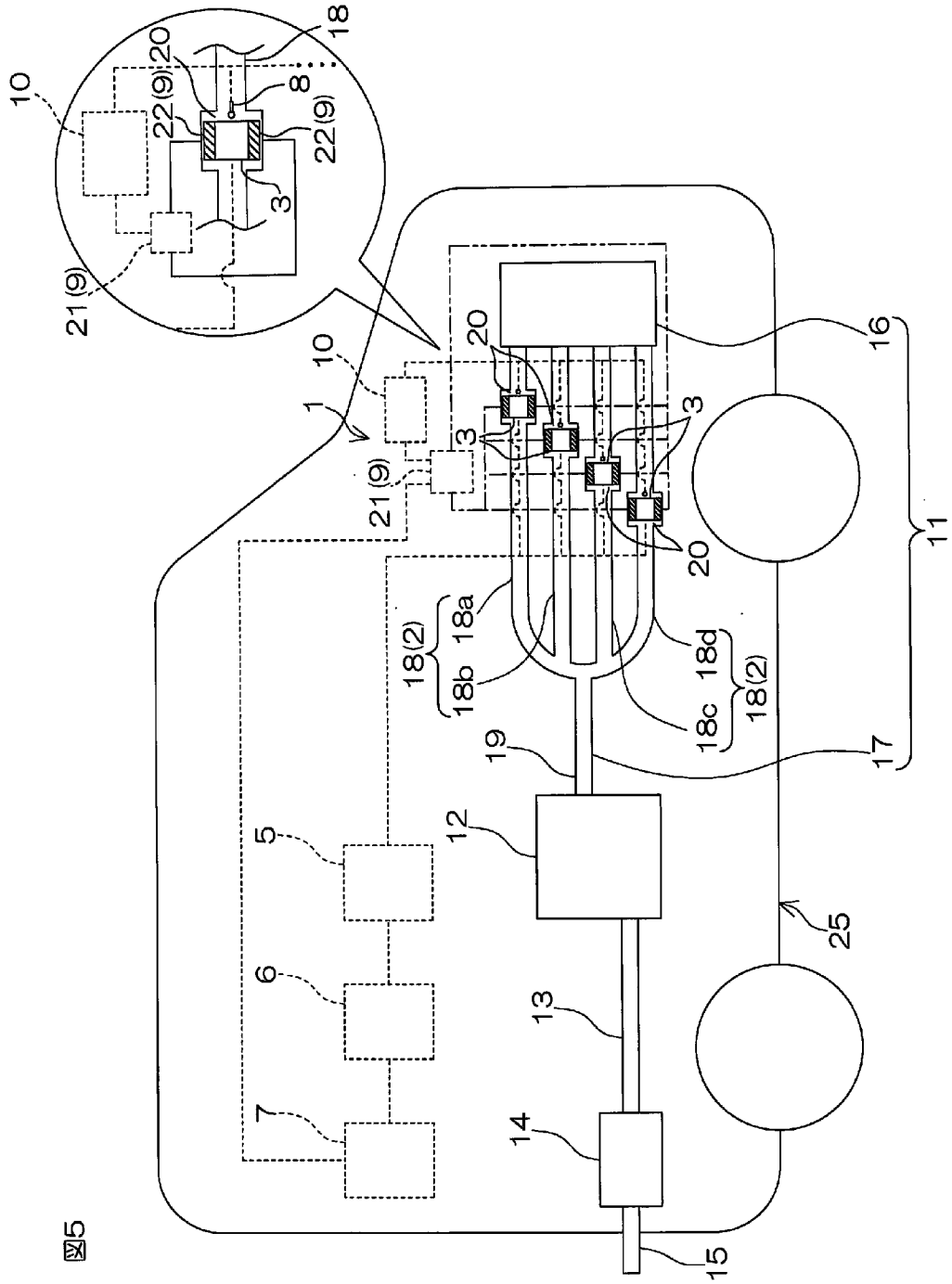


図5

[図6]

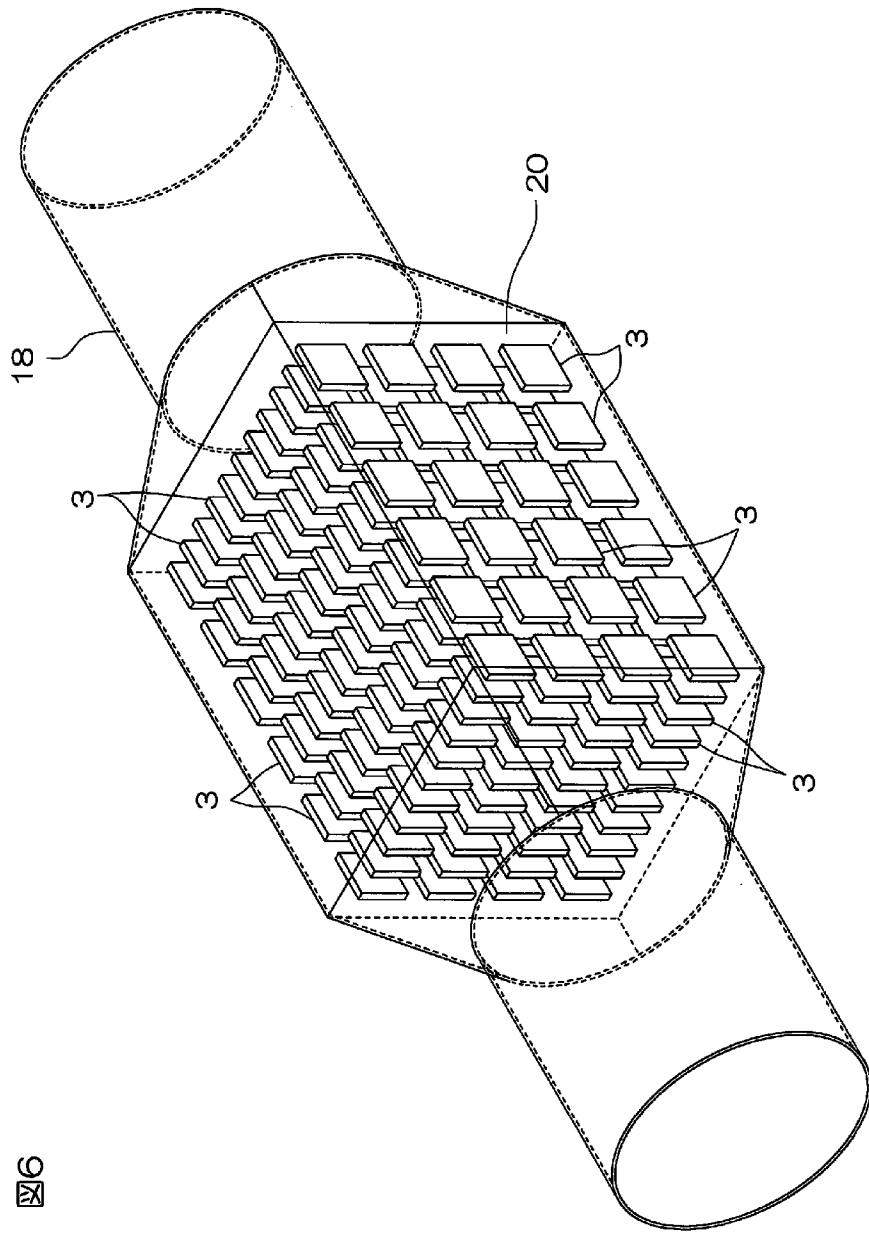
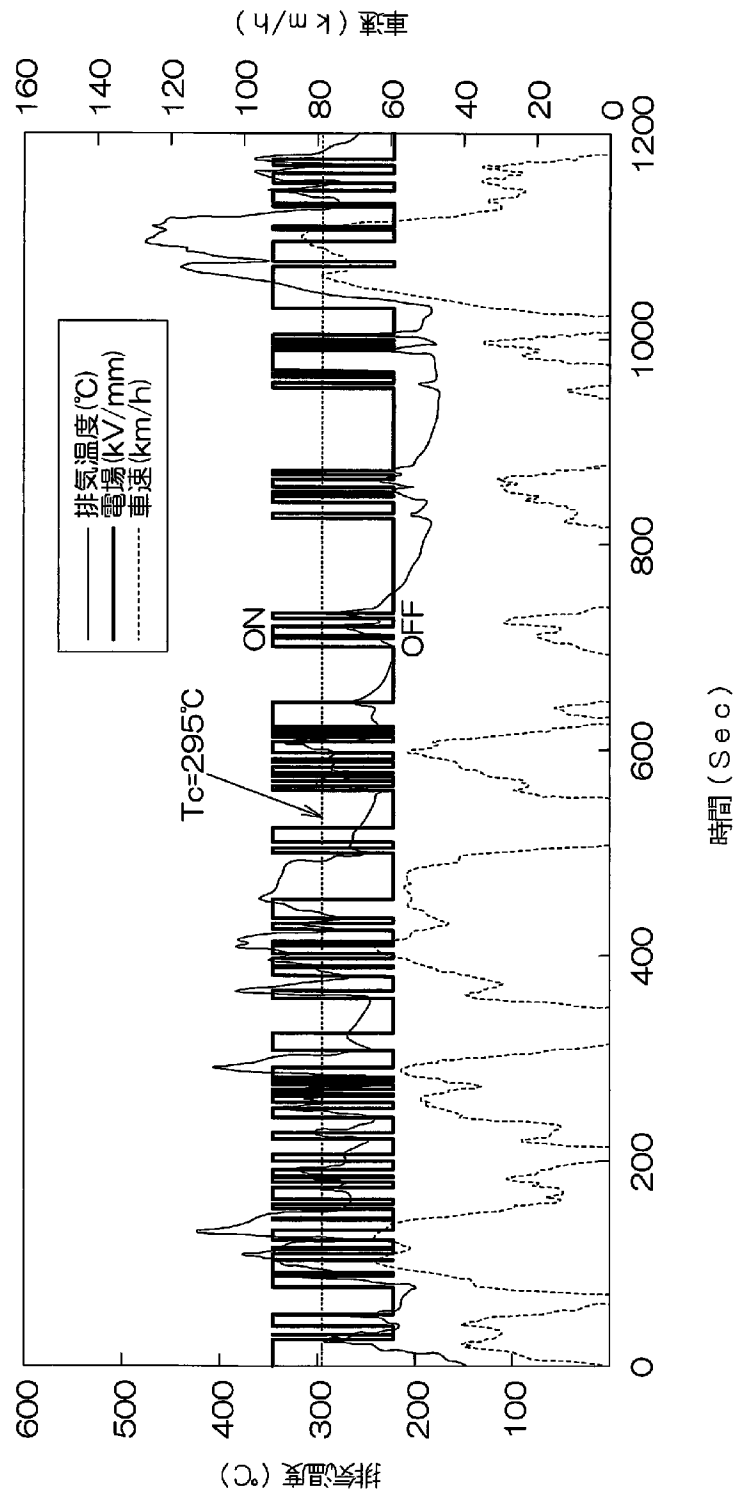


図6

[図7]

図7



[図8]

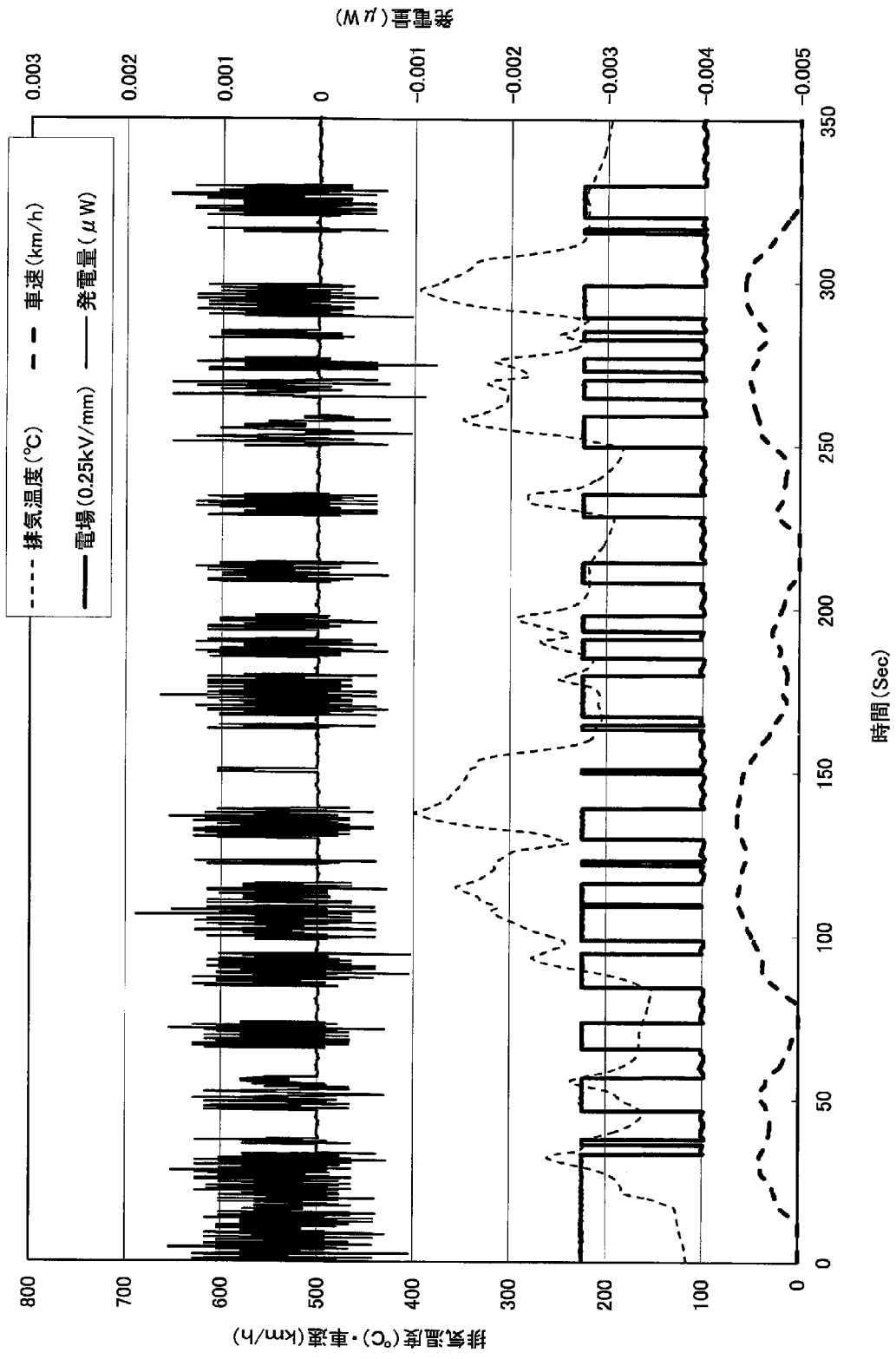


図8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02N11/00(2006.01) 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)

H02N11/00

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2009-117430 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0028] to [0034]; fig. 2 (Family: none)	1-4
A	WO 2008/020480 A1 (Materials Science Co., Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), paragraphs [0019] to [0046]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-4

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

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 July, 2013 (26.07.13)

Date of mailing of the international search report
06 August, 2013 (06.08.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02N11/00 (2006.01)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. H02N11/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013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
A	JP 2009-117430 A (株式会社豊田中央研究所) 2009.05.28, 【0028】 - 【0034】, 図 2 (ファミリーなし)	1-4
A	WO 2008/020480 A1 (有限会社 MaterialsScience) 2008.02.21, [0019]-[0046], 図 1-4 (ファミリーなし)	1-4
<input 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。		
* 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 26.07.2013	国際調査報告の発送日 06.08.2013	
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) 服部 俊樹	3 V 5 0 6 8
電話番号 03-3581-1101 内線 3358		