

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5677519号  
(P5677519)

(45) 発行日 平成27年2月25日(2015.2.25)

(24) 登録日 平成27年1月9日(2015.1.9)

(51) Int. Cl. F I  
**GO1K 1/02 (2006.01)** GO1K 1/02 E  
**HO2N 11/00 (2006.01)** HO2N 11/00 A

請求項の数 8 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-138273 (P2013-138273)	(73) 特許権者	000006231
(22) 出願日	平成25年7月1日(2013.7.1)		株式会社村田製作所
(65) 公開番号	特開2015-10994 (P2015-10994A)		京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(43) 公開日	平成27年1月19日(2015.1.19)	(73) 特許権者	390033042
審査請求日	平成26年6月23日(2014.6.23)		ダイハツディーゼル株式会社
			大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号
		(74) 代理人	110001195
			特許業務法人深見特許事務所
		(72) 発明者	舟橋 修一
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	中村 孝則
			京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
			株式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱源の温度を検出する受温素子を備える検出部と、  
 前記検出部から離隔して配置され、熱電変換素子を備える発電部と、  
 前記熱源の熱または冷熱を前記発電部に伝達する第1伝熱部と、  
 前記発電部から離隔して配置され、熱または冷熱を外部に放出する放出部と、  
 前記発電部から熱または冷熱を受け取って前記放出部に伝達する第2伝熱部と、  
 前記受温素子から得られた測定結果を出力する出力部と、  
 少なくとも前記第1伝熱部を収容するケースとを備え、  
 前記熱電変換素子は、前記熱電変換素子の前記第1伝熱部側の面と、前記熱電変換素子の前記第2伝熱部側の面との間の温度差によって発電するものであり、  
 前記第1伝熱部は、前記熱電変換素子の前記第1伝熱部側の面に前記熱源の熱または冷熱を伝達し、  
 前記第1伝熱部の外周面は、前記ケースの内側に形成された断熱材または空間で覆われており、  
 前記受温素子および前記出力部が動作するために必要な電力は、前記熱電変換素子によって供給される、温度検出装置。

【請求項2】

前記第1伝熱部は、ヒートパイプまたは金属棒である、請求項1に記載の温度検出装置

## 【請求項 3】

前記第 2 伝熱部は、ヒートパイプまたは金属棒である、請求項 1 または 2 に記載の温度検出装置。

## 【請求項 4】

前記第 2 伝熱部の外周面が断熱材または空間で覆われている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の温度検出装置。

## 【請求項 5】

前記出力部は、無線によって信号を発する無線信号送信装置を備える、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の温度検出装置。

## 【請求項 6】

前記出力部は、前記熱源から見て前記放出部よりも遠くに位置する、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の温度検出装置。

## 【請求項 7】

前記放出部における熱または冷熱の放出を促進するためのファンを備え、前記ファンが動作するために必要な電力は、前記熱電変換素子によって供給される、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の温度検出装置。

## 【請求項 8】

前記熱源が常温より低い温度の冷熱源であり、前記放出部において冷熱を放出することによって前記熱電変換素子の前記第 1 伝熱部側の面と前記熱電変換素子の前記第 2 伝熱部側の面との間に生じる温度差を利用して、前記熱電変換素子が発電する、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の温度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、温度検出装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

エンジンなどの装置から発生する排気ガスなどの流体の温度を検出して異常の発生を早期に把握するモニタリングシステムは、装置の故障や事故を防止する有効な手段として考えられている。

## 【0003】

排気ガス浄化装置の触媒コンバータの内部や排気管の内部といった高温環境下で被測定流体が流通する流通路内に素子を配置し、被測定流体の温度検出を行なうための温度センサの一例が、特許第 3 8 2 6 0 9 5 号公報（特許文献 1）に記載されている。

## 【0004】

温度監視装置の一例が、特開 2 0 1 2 - 1 1 2 7 1 0 号公報（特許文献 2）に記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特許第 3 8 2 6 0 9 5 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 2 - 1 1 2 7 1 0 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

流体の温度のモニタリングシステムを構築するためには、多数箇所に温度センサを配置し、センサネットワークを形成することが求められるが、温度センサを配置するためには、たとえば特許文献 1 に記載された温度センサのように、通常温度センサは有線接続型であるので、配線が必要となる。配線を伴う温度センサを多数箇所に配置するためには、設置場所の制約、および設置に必要なコストが問題となり、現実的には十分多くの数の温

10

20

30

40

50

度センサを配置することができなかった。

【0007】

そこで、有線接続型の温度センサに代えて、配線不要の無線温度センサの使用が考えられるが、その場合、動作電源として電池を備えることが必要となり、電池の交換コストが問題となるので、やはり十分なセンサネットワークを形成しにくかった。

【0008】

一方、特許文献2に記載された装置では、熱電変換素子を用いて監視対象物から受け取る熱エネルギーを基に発電し、熱電変換素子から出力される電圧信号から温度情報を生成し、アンテナを介して外部に温度情報を送信することとなっている。しかし、特許文献2には、用途、熱源への接触方法、冷却方法などの詳細な記述はなく、具体的な構造が不明である。

10

【0009】

そこで、本発明は、電源確保のための配線敷設や電池交換が不要であり、熱源の温度を検出し、継続的に動作することができる温度検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明に基づく温度検出装置は、熱源の温度を検出する受温素子を備える検出部と、上記検出部から離隔して配置され、熱電変換素子を備える発電部と、上記熱源の熱または冷熱を上記発電部に伝達する第1伝熱部と、上記発電部から離隔して配置され、熱または冷熱を外部に放出する放出部と、上記発電部から熱または冷熱を受け取って上記放出部に伝達する第2伝熱部と、上記受温素子から得られた測定結果を出力する出力部とを備え、上記熱電変換素子は、上記熱電変換素子の上記第1伝熱部側の面と、上記熱電変換素子の上記第2伝熱部側の面との間の温度差によって発電するものであり、上記受温素子および上記出力部が動作するために必要な電力は、上記熱電変換素子によって供給される。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、熱電変換素子に生じる温度差によって温度検出装置が自ら発電し、受温素子および出力部が動作するための電力をまかなうことができるので、電源確保のための配線敷設や電池交換が不要であり、熱源の温度を検出し、継続的に動作することができる温度検出装置とすることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明に基づく実施の形態1における温度検出装置の概念図である。

【図2】本発明に基づく実施の形態1における温度検出装置の断面図である。

【図3】本発明に基づく実施の形態1における温度検出装置の部分拡大断面図である。

【図4】単純な発電モジュールの一例の概念図である。

【図5】本発明に基づく実施の形態2における温度検出装置の断面図である。

【図6】本発明に基づく実施の形態3における温度検出装置の断面図である。

【図7】実施例3で作製した発電モジュールの概念図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、「熱源」という概念は、常温より高い温度を有する熱源に限らず、常温より低い温度のいわゆる冷熱源も含むものとする。また、「熱源」には、1ヶ所に留まっているものだけでなく、流れ続ける流体も含むものとする。

【0014】

(実施の形態1)

(構成)

図1～図3を参照して、本発明に基づく実施の形態1における温度検出装置について説明する。本実施の形態における温度検出装置101を、図1に概念的に示す。

50

## 【 0 0 1 5 】

本実施の形態における温度検出装置 1 0 1 は、熱源 1 の温度を検出する受温素子 2 を備える検出部 1 1 と、検出部 1 1 から離隔して配置され、熱電変換素子 3 を備える発電部 1 2 と、熱源 1 の熱または冷熱を発電部 1 2 に伝達する第 1 伝熱部 4 1 と、発電部 1 2 から離隔して配置され、熱または冷熱を外部に放出する放出部 1 3 と、発電部 1 2 から熱または冷熱を受け取って放出部 1 3 に伝達する第 2 伝熱部 4 2 と、受温素子 2 から得られた測定結果を出力する出力部 1 4 とを備える。熱電変換素子 3 は、熱電変換素子 3 の第 1 伝熱部 4 1 側の面 3 a と、熱電変換素子 3 の第 2 伝熱部 4 2 側の面 3 b との間の温度差によって発電するものである。受温素子 2 および出力部 1 4 が動作するために必要な電力は、熱電変換素子 3 によって供給される。

10

## 【 0 0 1 6 】

検出部 1 1 に設けられた受温素子 2 と出力部 1 4 との間は、配線 4 によって接続されている。熱電変換素子 3 と出力部 1 4 との間は、配線 5 によって接続されている。出力部 1 4 には、電子回路が配置されていてもよい。出力部 1 4 による出力の方法としては、のちに実施の形態 2 で説明するように無線で送信する方法も考えられるが、何らかの表示装置によって表示するという方法も考えられる。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 では、第 1 伝熱部 4 1 の先端は検出部 1 1 とは別の位置に描かれているが、検出部 1 1 の中に受温素子 2 と第 1 伝熱部 4 1 の先端とが共に配置されていてもよい。

## 【 0 0 1 8 】

温度検出装置 1 0 1 のより具体的な構成を図 2 に示す。図 2 では、説明の便宜のため、ケース 6 などいくつかの部品は半分に割った状態を表示している。ここで言及する上下の概念はあくまで説明の便宜上のものであって、実際の使用時にこのような姿勢で使用されるとは限らない。

20

## 【 0 0 1 9 】

図 2 に示した例では、第 1 伝熱部 4 1 は、筒状のケース 6 に収められている。ケース 6 の下端は閉じており、ドーム状の外形を有している。受温素子 2 はケース 6 の内部に配置されている。ケース 6 の下端近傍の受温素子 2 が収まっている部分が検出部 1 1 となる。受温素子 2 はケース 6 の内面に接している。第 1 伝熱部 4 1 の先端もケース 6 の内面に接している。図 2 に示した例では、第 1 伝熱部 4 1 の先端は、受温素子 2 と同じく検出部 1 1 に配置されている。

30

## 【 0 0 2 0 】

ケース 6 の上端は開口しており、熱電変換素子 3 を収容するように広がった形状の発電部筐体 6 a となっている。発電部筐体 6 a に熱電変換素子 3 を収容した状態で、さらに上側から固定部品 7 が取り付けられることによって、熱電変換素子 3 は固定されている。図 2 に示した例では、発電部筐体 6 a の内面には雌ねじが設けられ、固定部品 7 の下部外面には雄ねじが設けられている。固定部品 7 は、熱電変換素子 3 を下側に押しつけた状態で発電部筐体 6 a にねじ込まれることによって組み立てられている。熱電変換素子 3 の近傍を拡大したところを、図 3 に示す。熱電変換素子 3 は互いに対向するように面 3 a と面 3 b とを有する。熱電変換素子 3 の面 3 b には第 1 伝熱部 4 1 の端が接しており、面 3 a には第 2 伝熱部 4 2 の端が接している。

40

## 【 0 0 2 1 】

(作用・効果)

熱電変換素子は一方の面を熱して、他方の面を冷却することで両方の面の間に温度差が形成されたときに発電する。この温度差が大きければ大きいほど発電量は大きくなる。

## 【 0 0 2 2 】

本実施の形態に基づく温度検出装置 1 0 1 では、第 1 伝熱部 4 1 が熱源 1 の熱または冷熱を発電部 1 2 に伝達する一方、発電部 1 2 の熱または冷熱は第 2 伝熱部 4 2 によって放出部 1 3 に伝達されるので、発電部 1 2 における熱電変換素子 3 の第 1 伝熱部 4 1 側の面 3 a と、第 2 伝熱部 4 2 側の面 3 b との間には温度差が生じ、熱電変換素子 3 はこの温度

50

差から発電することができる。発電された電力は配線 5 を経由して出力部 1 4 に供給される。この電力によって、受温素子 2 および出力部 1 4 が動作するために必要な電力をまかなうことができる。受温素子 2 は、出力部 1 4 から配線 4 を介して使用される。

【 0 0 2 3 】

本実施の形態では、発電部 1 2 は検出部 1 1 から離隔して配置されているので、熱電変換素子 3 の面 3 a , 3 b 間の温度差は、熱源 1 からの熱によって損なわれにくく、効率良く大きな温度差を形成することができる。したがって、効率良く発電することができる。たとえば単純な例として、図 4 に示すように、熱電変換素子 3 を一方の面が熱源 1 に接して他方の面が放出部 1 3 に接するように配置した構成も考えられるが、このような構成では、熱源 1 からの熱によって全体の温度が上がってしまい、熱電変換素子 3 の 2 つの面の間の温度差が大きくなりにくい。しかし、本実施の形態では、図 2 に示すように、発電部 1 2 は検出部 1 1 から離隔して配置されているので、効率良く大きな温度差を形成することができる。

10

【 0 0 2 4 】

本実施の形態における温度検出装置によれば、自ら発電し、受温素子 2 および出力部 1 4 が動作するための電力をまかなうことができるので、一次電池を使用することなく、ほぼメンテナンスフリーで半永久的に動作可能な無線の温度検出装置とすることができる。すなわち、本実施の形態における温度検出装置は、電源確保のための配線敷設や電池交換が不要であり、熱源の温度を検出し、継続的に動作することができる温度検出装置とすることができる。

20

【 0 0 2 5 】

なお、第 1 伝熱部 4 1 は、ヒートパイプまたは金属棒であることが好ましい。この構成を採用することにより、第 1 伝熱部 4 1 は、熱電変換素子 3 に効率良く熱または冷熱を伝えることができるからである。

【 0 0 2 6 】

第 1 伝熱部 4 1 の外周面が断熱材または空間で覆われていることが好ましい。図 2 に示した例では、第 1 伝熱部 4 1 の外周面は空間 8 によって覆われている。すなわち、図 2 に示した例では、ケース 6 の内側に筒状に形成された空間 8 を介して第 1 伝熱部 4 1 が設置されている。空間 8 は真空または空気が満たされた空間であればよい。第 1 伝熱部 4 1 の周囲にこのように空間 8 を設ける代わりに、ケース 6 の内側に筒状に断熱材を配置して、その断熱材の内側に第 1 伝熱部 4 1 が配置された構成であってもよい。

30

【 0 0 2 7 】

たとえば熱源 1 が高温である場合、熱源 1 から第 1 伝熱部 4 1 の下端に入った熱は、第 1 伝熱部 4 1、熱電変換素子 3、第 2 伝熱部 4 2、放出部 1 3 の順に伝熱することが想定されている。熱源 1 から第 1 伝熱部 4 1 の下端に入った熱がこれ以外のルートに漏れて伝わることはなるべく抑えることが望ましい。なぜなら、熱電変換素子 3 における温度差をなるべく大きくするためには、熱源 1 から第 1 伝熱部 4 1 の下端に入った熱は、なるべくそのまま熱電変換素子 3 の面 3 a に伝わることを望ましいからである。第 1 伝熱部 4 1 の外周面を断熱材または空間で覆うことによって、第 1 伝熱部 4 1 の下端に入った熱が途中で逃げないようにすることができる。

40

【 0 0 2 8 】

たとえば高温の被測定流体が配管内を通っている場合、配管の中心部は高温であるのに対して、配管の外周近傍では温度がやや低くなる傾向がある。そのような状況で、配管の中心部に第 1 伝熱部 4 1 の先端および検出部 1 1 が達するように配置した場合、配管の中心部で第 1 伝熱部 4 1 が受け取った熱が、第 1 伝熱部 4 1 の内部を伝わっている途中で、配管の外周近傍の流体によって奪われないようにするためにも、第 1 伝熱部 4 1 の外周面を断熱材または空間で覆うことが有効である。

【 0 0 2 9 】

また、他の熱が外部から温度検出装置の不所望な部分に混入することもなるべく抑えることが求められる。なぜなら、高温にする必要のない部分が外部からの熱によって高温に

50

なってしまうと、熱電変換素子3における温度差が小さくなってしまふからである。第1伝熱部41の外周面を断熱材または空間で覆うことによって、第1伝熱部41を伝わる熱が熱電変換素子3以外の不所望な部品を温めてしまふことを防止することができる。

【0030】

本実施の形態では、第1伝熱部41を包み込むようにケース6が設けられている例を示した。このように、少なくとも第1伝熱部41を収容するケース6を備えることが好ましい。ケース6は、第1伝熱部41が高温の被測定流体に直接さらされることによる第1伝熱部41の劣化を防止するためのものである。温度検出装置としては、ケース6がない構成も考えられる。第1伝熱部41を収容するケース6がない場合でも、受温素子2および第1伝熱部41は配置される。この場合、第1伝熱部41は先端のみ露出して外周面は断熱材で覆われていることが好ましい。

10

【0031】

本実施の形態において、第2伝熱部42は、ヒートパイプまたは金属棒であることが好ましい。この構成を採用することにより、第2伝熱部42は、放出部13に効率良く熱または冷熱を伝えることができるからである。

【0032】

第2伝熱部42の外周面が断熱材または空間で覆われていることが好ましい。図2に示した例では、第2伝熱部42の外周面は断熱材9によって覆われている。断熱材9を用いる代わりに、第2伝熱部42を取り囲む何らかのケースを配置して、第2伝熱部42の外周面が空間で覆われた構成としてもよい。この空間は、真空または空気が満たされた空間であればよい。このような構成であれば、第1伝熱部41などから熱電変換素子3を経由せずに周辺を伝わってきた熱が第2伝熱部42に入り込むことを防止することができるので、熱電変換素子3における温度差が小さくなってしまふことを防止することができる。また、この構成であれば、外部環境による輻射熱が第2伝熱部42に入り込むことも防止することができる。

20

【0033】

出力部14は、熱源1から見て放出部13よりも遠くに位置することが好ましい。この構成を採用することにより、出力部14に熱源1からの熱の影響が及ぶ度合いを抑えることができる。出力部14には、通常、電子回路が含まれる。一般的に、電子回路は熱に弱い。したがって、電子回路を含む出力部14の場合、出力部14の耐熱性が問題となる場合もあり、高温にさらされることは避けることが好ましい。出力部14と同様に、受温素子2から得られた測定結果を出力する動作以外のための部品、すなわち、電源マネジメント部品、通信部品、蓄電部品なども必要に応じて設けられる場合があるが、これらの部品に関しても、熱源1から見て放出部13よりも遠くに位置することが好ましい。これらの部品に対する熱の影響を抑えることにより、温度上昇による電気エネルギーの損失を抑えることができる。

30

【0034】

なお、発電部12は、たとえば被測定流体が流れる配管などへの温度検出装置101の固定に用いられてもよい。この場合、温度検出装置101は、配管の外壁を貫通するように取り付けられる。すなわち、図2における発電部12より下側の部分が配管の内部に突出し、図2における発電部12より上側の部分は配管の外部に突出するように、温度検出装置101は配管に対して取り付けられる。その結果、検出部11は配管の内部にある程度入り込んだ位置に配置され、放出部13は配管の外にある程度離隔した位置に配置されることとなる。

40

【0035】

(実施の形態2)

(構成)

図5を参照して、本発明に基づく実施の形態2における温度検出装置102について説明する。

【0036】

50

本実施の形態における温度検出装置 102 は、実施の形態 1 で示した温度検出装置 101 と基本的に同様の構成を備えるが、以下の点で異なる。温度検出装置 102 においては、出力部 14 は、無線によって信号を発する無線信号送信装置 14c を備える。無線信号送信装置 14c は出力部 14 の一部であるので、無線信号送信装置 14c が動作するための電力も、出力部 14 が動作するための電力の一部として、熱電変換素子 3 によって供給される。

#### 【0037】

(作用・効果)

本実施の形態では、出力部 14 が無線信号送信装置 14c を備えるので、信号を送信するための配線がなくとも、受温素子から得られた測定結果を離れた位置へと送り届けることができる。本実施の形態における温度検出装置は、自ら温度差によって発電することができ、外部からの電力供給のための配線が不要であるので、さらに測定結果を無線信号として送信することとすれば、完全に無線で半永久的に使用可能となり、配線の制約から完全に解放される。このことは、監視対象物に対して十分多くの数の温度検出装置を所望の箇所に設置することを容易とし、監視対象物のモニタリングのためのセンサネットワーク構築に貢献する。

10

#### 【0038】

(実施の形態 3)

(構成)

図 6 を参照して、本発明に基づく実施の形態 3 における温度検出装置 103 について説明する。

20

#### 【0039】

本実施の形態における温度検出装置 103 は、実施の形態 1 で示した温度検出装置 101 と基本的に同様の構成を備えるが、以下の点で異なる。温度検出装置 103 は、放出部 13 における熱または冷熱の放出を促進するためのファン 15 を備える。ファン 15 が動作するために必要な電力は、熱電変換素子 3 によって供給される。

#### 【0040】

(作用・効果)

本実施の形態では、放出部 13 における熱または冷熱の放出を促進するためのファン 15 を備えるので、放出部 13 における熱または冷熱の放出が十分に行なわれる。放出部 13 における熱または冷熱の放出が十分でなかった場合には、出力部 14 に悪影響を及ぼす場合があるが、ファン 15 によって、放出が促進されることにより、出力部 14 に悪影響が及ぶことが回避される。出力部 14 が電子回路を備えており、放出部 13 が放出するものが熱である場合には、電子回路は熱に弱いので、ファン 15 によって熱が効率良く放出されることは重要である。図 6 に示した例では、放出部 13、ファン 15、出力部 14 の順に配置されているが、これはあくまで一例であって、これら各部の配置はこのとおりとは限らない。

30

#### 【0041】

なお、本発明に基づく温度検出装置は、一般的に、高温の流体に対して使用することが想定される。この場合、熱は、熱源 1 から第 1 伝熱部 41 に伝わり、熱電変換素子 3 においては、図 2 における下面が高温側、上面が低温側となって温度差が形成されることで発電がなされ、第 1 伝熱部 41 から熱電変換素子 3 を経由して第 2 伝熱部 42 に伝わった熱はさらに放出部 13 に伝わり、放出部 13 では放熱が行なわれることが想定される。しかし、本発明に基づく温度検出装置は、低温の流体に対しても使用することができる。すなわち、本発明に基づく温度検出装置においては、熱源 1 が常温より低い温度の冷熱源であり、放出部 13 において冷熱を放出することによって熱電変換素子 3 の第 1 伝熱部 41 側の面と熱電変換素子 3 の第 2 伝熱部 42 側の面との間に生じる温度差を利用して、熱電変換素子 3 が発電するものであってもよい。放出部 13 において冷熱を放出するということは、放出部 13 が外部から熱を受け取るということに他ならない。この場合、熱電変換素子 3 の図 2 における下面が低温側、上面が高温側となって温度差が形成される。本発明に

40

50

基づく温度検出装置としては、このような構成であってもよい。

【0042】

(実施例1)

試料として図2に示した温度検出装置101を複数通り作製し、下部を加熱して発電量から温度差を導出する実験を行なった。熱電変換素子3としては、酸化物材料を用いて作成された積層型の熱電変換素子を用いた。熱電変換素子3は、7mm×6mm×3mmのサイズのものであり、400まで使用できるものである。ここで用いた熱電変換素子3は、機械的強度も十分に強いものである。放出部13としては、アルミニウム製の50mm×50mm×20mmのヒートシンクを用いた。熱源1と熱電変換素子3との間の第1伝熱部41、および、熱電変換素子3と放出部13との間の第2伝熱部42はいずれも直径8mmとし、試料ごとに異なるものを用いた。試料番号1～9として、それぞれ表1に示すように、銅製の棒、アルミニウム製の棒、または銅-水型のヒートパイプを用いた。筒状のケース6の下部を設定温度にまで加熱し、発電量を測定した。測定された発電量を基に、熱電変換素子3の出力特性を考慮して、熱電変換素子3の両面間に生じたと思われる温度差を計算して導き出した。

【0043】

【表 1】

試料番号	設定温度 [°C]	熱電変換素子と 放出部との間の 伝熱部 (第2伝熱部)	長さ [mm]	熱源と 熱電変換素子との間の 伝熱部 (第1伝熱部)	長さ [mm]	温度差 [°C]
1	60	アルミニウム製の棒	150	アルミニウム製の棒	150	6.5
2	60	銅製の棒	150	銅製の棒	150	15.0
3	60	アルミニウム製の棒	150	銅-水ヒートパイプ	150	12.7
4	60	銅製の棒	150	銅-水ヒートパイプ	150	16.9
5	60	銅-水ヒートパイプ	150	銅-水ヒートパイプ	150	17.0
6	60	銅-水ヒートパイプ	150	銅-水ヒートパイプ	100	16.9
7	60	銅-水ヒートパイプ	150	銅製の棒	100	16.0
8	96	銅-水ヒートパイプ	150	銅製の棒	100	36.7
9	139	銅-水ヒートパイプ	150	銅製の棒	100	59.0

10

20

30

40

【0044】

導き出された温度差を表1に示す。試料1～9の実験結果から、伝熱部に、アルミニウム製の棒のみを用いたものに比べて、銅製の棒または銅-水ヒートパイプを用いたものの

50

場合に、熱電変換素子 3 における温度差が大きくなる傾向があるといえる。

【 0 0 4 5 】

( 実施例 2 )

実施の形態 2 で説明したような温度検出装置 1 0 2 を用いて、今度は実際にディーゼルエンジンの排気ガスの配管に設置して発電し、その電力を利用して温度測定および結果の無線送信を行なった。熱電変換素子 3 と放出部 1 3 との間の第 2 伝熱部 4 2 としては直径 8 m m の銅 - 水型のヒートパイプ、熱源 1 と熱電変換素子 3 との間の第 1 伝熱部 4 1 としては直径 8 m m の銅製の棒を使用した。また、電圧マネジメント回路として、D C - D C コンバータ ( Linear Technology 社製、L T C 3 1 0 8 ) を含んだ電源回路を用い、受温素子 2 として P t 1 0 0 0 温度センサ ( R S 社製 ) を用いた。さらに、無線信号送信装置 1 4 c として 3 1 5 M H z 通信モジュール ( E n O c e a n 社製 ) を用いた。蓄電部には 0 . 5 m F のアルミニウム電解コンデンサを用いた。

10

【 0 0 4 6 】

この実験を実施した際の排気ガスの温度は約 2 9 0 であつた。温度検出装置 1 0 2 の各部位の温度を表 2 に示す。

【 0 0 4 7 】

【表 2】

部位	温度 [°C]
回路部	5 0
放出部	7 0
熱電変換素子の熱源側表面	1 3 8
検出部	2 3 0

20

【 0 0 4 8 】

発電量から計算すると、熱電変換素子 3 において生じていると思われる温度差は 4 6 である。

【 0 0 4 9 】

この実験の結果、測定された温度の信号が 1 秒間隔で無線送信されていることが確認できた。この送信のための電力は外部からは供給していないので、熱電変換素子 3 における温度差から発電された電力によって無線送信が行なわれているといえる。無線送信された信号は、ディーゼルエンジンが設置されている 2 5 m x 2 5 m の部屋の内部のどの場所でも問題ない強度で受信することができた。

30

【 0 0 5 0 】

( 比較例 )

比較例として図 4 に示した構造の発電モジュールを作製した。熱電変換素子 3、放出部 1 3 としては、実験例 1 , 2 で説明したのと同じものを用いた。

【 0 0 5 1 】

この発電モジュールを、実験例 2 と同じく排気ガスが通る配管の表面に設置した。この発電モジュールの各部位の温度を表 3 に示す。

40

【 0 0 5 2 】

【表 3】

部位	温度 [°C]
放出部	1 0 0
検出部	1 3 0

【 0 0 5 3 】

50

図4に示した発電モジュールには検出部11と明確に区別できる部分は備わっていないが、表3でいう「検出部」は、熱電変換素子3の下面近傍を意味する。

【0054】

発電量から計算すると、熱電変換素子3において生じていると思われる温度差は11である。

【0055】

(実施例3)

図7に示す構造の発電モジュールを複数通り作製し、下部を加熱して発電量から温度差を導出する実験を行なった。放出部、熱電変換素子の温度差を調べた。熱電変換素子は熱伝導率が10W/mKの積層型の高温対応熱電変換素子と、1W/mKの型熱電変換素子との2通りをそれぞれ用いた。熱電変換素子のサイズはそれぞれ7mm×6mm×3mmのものであり、1つの試料に1個ずつ用いた。放出部はアルミニウム製の50mm×50mm×25mmのヒートシンクを用いた。熱電変換素子3と放出部13との間の伝熱部40としては、直径10mmの銅製の棒または銅-水型のヒートパイプを使用した。第2伝熱部品42の長さを違えて複数通りの試料を作製した。放出部13は室温で自然空冷によって冷却されるものとした。なお、室温は25である。

10

【0056】

以上のように、実施例3としては、熱電変換素子のタイプが2通り、第2伝熱部のタイプが2通りあるので、以下に個別の実験結果を説明する。

20

【0057】

(実施例3-1)

まず、熱伝導率10W/mKの熱電変換素子を用い、伝熱部40として銅製の棒を用いた試料において、熱源温度の各設定条件と伝熱部40の長さの各条件との組合せからそれぞれ生じた放出部13の温度を測定した結果を表4に示す。

【0058】

【表4】

放出部の温度 [°C]

第2伝熱部の長さ [mm]

		第2伝熱部の長さ [mm]					
		0	20	50	100	150	300
熱源温度 [°C]	40	38	36	34	32	30	28
	50	46	44	39	35	32	30
	60	54	50	45	38	35	31
	100	87	79	66	52	43	37
	150	128	113	92	68	54	44
	200	168	148	118	85	65	50
	300	249	216	168	116	84	62

30

【0059】

表4に示した放出部13の温度の測定結果を基に、熱電変換素子3の出力特性を考慮し、熱電変換素子3の両面間に生じたと思われる温度差を計算して導き出した。その結果を表5に示す。

40

【0060】

【表 5】

## 熱電変換素子に生じたと思われる温度差 [°C]

第 2 伝熱部の長さ [mm]

	0	20	50	100	150	300	
40	2	3	5	6	6	5	
50	4	6	9	10	10	8	
60	6	9	12	14	14	11	
熱源温度 [°C]	100	13	20	28	32	32	25
	150	22	34	47	54	54	41
	200	32	48	66	76	76	59
	300	51	77	106	122	122	93

10

## 【0061】

(実施例 3 - 2)

次に、熱伝導率  $10 \text{ W/mK}$  の熱電変換素子を用い、伝熱部 40 としてヒートパイプを用いた試料において、熱源温度の各設定条件と伝熱部 40 の長さの各条件との組合せからそれぞれ生じた放出部 13 の温度を測定した結果を表 6 に示す。

## 【0062】

【表 6】

## 放出部の温度 [°C]

第 2 伝熱部の長さ [mm]

	0	20	50	100	150	300
40	38			32	30	29
50	46			35	33	31
60	54			39	36	33
熱源温度 [°C]	100	87		54	46	40
	150	128		71	58	50
	200	168		88	70	58
	300	249		121	92	74

20

30

## 【0063】

表 6 に示した放出部 13 の温度の測定結果を基に、熱電変換素子 3 の出力特性を考慮し、熱電変換素子 3 の両面間に生じたと思われる温度差を計算して導き出した。その結果を表 7 に示す。

## 【0064】

【表 7】

## 熱電変換素子に生じたと思われる温度差 [°C]

第 2 伝熱部の長さ [mm]

	0	20	50	100	150	300
40	2			7	8	7
50	4			12	13	12
60	6			17	18	17
熱源温度 [°C]	100	13		38	41	37
	150	22		66	70	62
	200	32		93	100	87
	300	51		148	159	139

40

## 【0065】

(実施例 3 - 3)

50

熱伝導率  $1 \text{ W/mK}$  の熱電変換素子を用い、伝熱部 40 として銅製の棒を用いた試料において、熱源温度の各設定条件と伝熱部 40 の長さの各条件との組合せからそれぞれ生じた放出部 13 の温度を測定した結果を表 8 に示す。

【 0 0 6 6 】

【表 8】

放出部の温度 [°C]

		第 2 伝熱部の長さ [mm]					
		0	20	50	100	150	300
熱源温度 [°C]	40	36	35	32	29	27	26
	50	44	41	35	30	28	27
	60	52	46	40	33	29	28
	100	81	71	56	41	33	29

10

【 0 0 6 7 】

表 8 に示した放出部 13 の温度の測定結果を基に、熱電変換素子 3 の出力特性を考慮し、熱電変換素子 3 の両面間に生じたと思われる温度差を計算して導き出した。その結果を表 9 に示す。

【 0 0 6 8 】

【表 9】

熱電変換素子に生じたと思われる温度差 [°C]

		第 2 伝熱部の長さ [mm]					
		0	20	50	100	150	300
熱源温度 [°C]	40	4	5	8	11	12	12
	50	7	9	15	19	21	21
	60	8	14	20	26	29	29
	100	19	29	43	56	62	62

20

【 0 0 6 9 】

(実施例 3 - 4)

熱伝導率  $1 \text{ W/mK}$  の熱電変換素子を用い、伝熱部 40 としてヒートパイプを用いた試料において、熱源温度の各設定条件と伝熱部 40 の長さの各条件との組合せからそれぞれ生じた放出部 13 の温度を測定した結果を表 10 に示す。

【 0 0 7 0 】

【表 10】

放出部の温度 [°C]

		第 2 伝熱部の長さ [mm]					
		0	20	50	100	150	300
熱源温度 [°C]	40	36				27	26
	50	44				28	27
	60	52				29	27
	100	81				33	29

40

【 0 0 7 1 】

表 10 に示した放出部 13 の温度の測定結果を基に、熱電変換素子 3 の出力特性を考慮し、熱電変換素子 3 の両面間に生じたと思われる温度差を計算して導き出した。その結果を表 11 に示す。

【 0 0 7 2 】

50

【表 1 1】

## 熱電変換素子に生じたと思われる温度差 [°C]

第 2 伝熱部の長さ [mm]

	0	20	50	100	150	300
熱源温度 [°C]						
40	4				13	13
50	7				22	22
60	8				30	31
100	19				65	67

10

## 【 0 0 7 3 】

図 4 に示した比較例の構成は、図 7 に示した試料において伝熱部の長さを 0 とした構成に相当する。したがって、表 4 ~ 表 1 1 において「第 2 伝熱部の長さ」が 0 mm の列が比較例に相当する。表 5、表 7、表 9 および表 1 1 に示すように、実施例 3 - 1 ~ 実施例 3 - 4 のいずれの場合にも、伝熱部 4 0 の長さを長くすることで、比較例より大きな温度差が得られた。実施例 3 - 1 ~ 実施例 3 - 4 の全体からすると、比較例の 1 . 2 5 倍 ~ 4 . 0 倍の温度差が得られたことがわかる。一般的に、熱電変換素子の発電量は温度差の 2 乗に比例するので、伝熱部 4 0 の長さを長くすることで、比較例の 1 . 5 ~ 1 6 倍もの発電量が得られることとなる。

## 【 0 0 7 4 】

20

熱伝導率が低い熱電変換素子を用いた方が効果が大きい。熱伝導率の高い伝熱部を用いた方が効果が大きい。伝熱部の長さを長くすることで熱源からの放射熱などによる放出部の温度上昇を抑えることができる。しかし、伝熱部が長すぎると伝熱部において熱の損失が生じ、結果的に熱電変換素子において得られる温度差が減少する可能性もある。また、伝熱部が長くなれば伝熱部の機械的強度の問題も生じる。したがって、伝熱部としては、長すぎることも好ましくなく、最適な長さが存在する。最適な長さの条件は使用する環境によるが、比較例（長さ 0 mm の場合）の 2 倍以上の温度差が得られる 5 0 mm 以上 3 0 0 mm 未満の長さを最適とする。また放出部の温度が低い場合には放出部に電子回路を設置することもできる。

## 【 0 0 7 5 】

30

なお、今回開示した上記実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではない。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を含むものである。

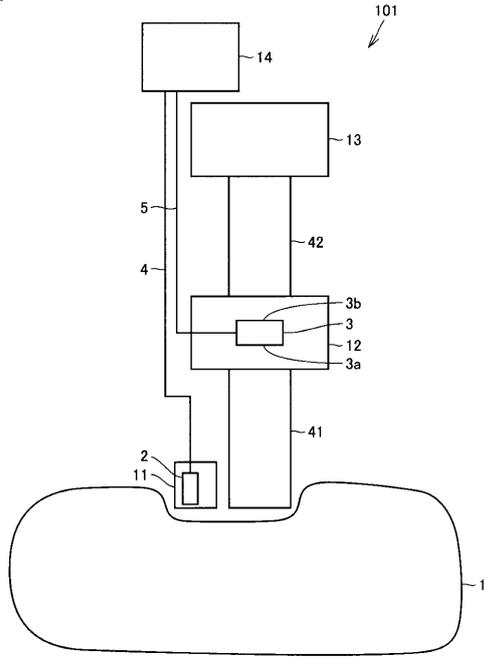
## 【符号の説明】

## 【 0 0 7 6 】

1 熱源、2 受温素子、3 熱電変換素子、4、5 配線、6 ケース、6 a 発電部筐体、7 固定部品、8 空間、9 断熱材、1 1 検出部、1 2 発電部、1 3 放出部、1 4 出力部、1 4 c 無線信号送信装置、1 5 ファン、4 0 伝熱部、4 1 第 1 伝熱部、4 2 第 2 伝熱部、1 0 1 温度検出装置。

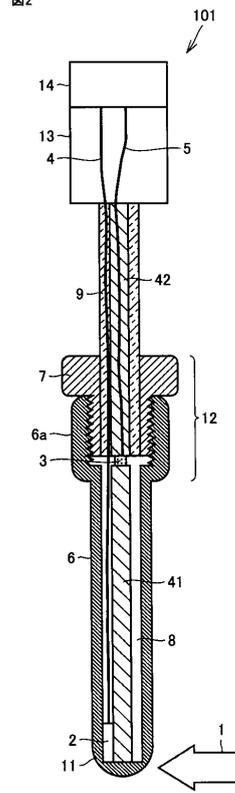
【 図 1 】

図1



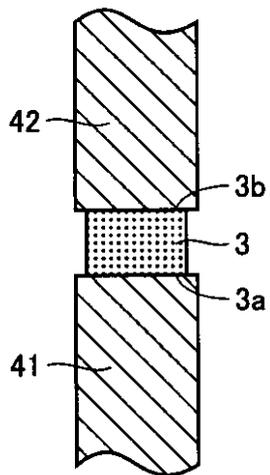
【 図 2 】

図2



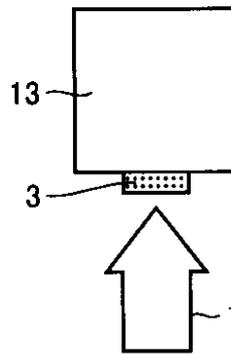
【 図 3 】

図3

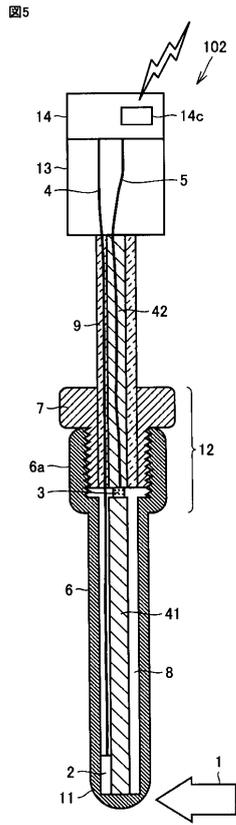


【 図 4 】

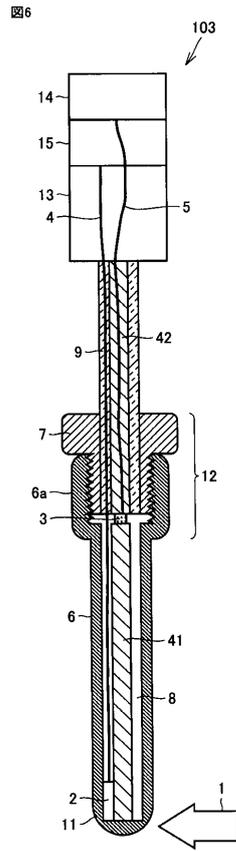
図4



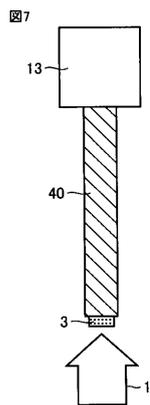
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 望月 勝  
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号 ダイハツディーゼル株式会社内
- (72)発明者 安部 昇  
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号 ダイハツディーゼル株式会社内
- (72)発明者 中條 淳也  
大阪府大阪市北区大淀中一丁目1番30号 ダイハツディーゼル株式会社内

審査官 井上 昌宏

- (56)参考文献 特開2008-241648(JP,A)  
特開平11-220804(JP,A)  
特開2013-045929(JP,A)  
特開2008-261747(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01K1/00~19/00  
H02N11/00