

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7119388号  
(P7119388)

(45)発行日 令和4年8月17日(2022.8.17)

(24)登録日 令和4年8月8日(2022.8.8)

(51)国際特許分類	F I		
G 0 1 B 7/16 (2006.01)	G 0 1 B	7/16	R
F 2 7 B 7/42 (2006.01)	F 2 7 B	7/42	
F 2 7 D 21/00 (2006.01)	F 2 7 D	21/00	A
H 0 1 L 35/28 (2006.01)	H 0 1 L	35/28	Z

請求項の数 4 (全12頁)

(21)出願番号	特願2018-12230(P2018-12230)	(73)特許権者	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	平成30年1月29日(2018.1.29)	(74)代理人	100101465 弁理士 青山 正和
(65)公開番号	特開2019-132591(P2019-132591 A)	(72)発明者	森 智広 埼玉県さいたま市大宮区北袋町一丁目6 00番地 三菱マテリアル株式会社 中央 研究所内
(43)公開日	令和1年8月8日(2019.8.8)	(72)発明者	上條 博喜 埼玉県さいたま市大宮区北袋町一丁目6 00番地 三菱マテリアル株式会社 中央 研究所内
審査請求日	令和2年9月29日(2020.9.29)	(72)発明者	土井 秀夫 埼玉県さいたま市大宮区北袋町一丁目6 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 オーバリティ計測センサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転炉の円筒状外周面の周方向に間隔をおいて固定可能な一对の取付部と、両取付部の間に懸架された弾性変形可能な変形板と、両取付部の間で前記変形板に固定され、前記両取付部を前記回転炉に固定したときに、前記回転炉に当接して前記変形板を支持する支持部材と、前記変形板の表面に設けられ、該変形板のひずみ値を検出するひずみゲージと、前記ひずみゲージを制御するとともに外部機器との通信を行う制御部と、前記ひずみゲージ及び前記制御部に電源を供給する熱電変換器と、を備え、

前記熱電変換器は、前記両取付部を前記回転炉に固定したときに、前記回転炉に当接可能な吸熱部と、前記吸熱部の前記回転炉とは反対側に設けられた熱電発電モジュールと、該熱電発電モジュールの前記吸熱部とは反対側の面に固定された放熱器と、を備え、前記熱電変換モジュールと前記吸熱部とは前記変形板の裏面側に位置するとともに、前記熱電発電モジュールは、前記吸熱部と前記変形板との間に設けられ、前記放熱器は、前記熱電発電モジュールとは反対側の前記変形板の表面に固定され、前記支持部材は、前記吸熱部及び前記熱電発電モジュールからなることを特徴とするオーバリティ計測センサ。

【請求項2】

前記制御部は、前記放熱器における前記変形板に固定されている面とは反対側に設けられていることを特徴とする請求項1に記載のオーバリティ計測センサ。

【請求項3】

前記両取付部は、前記変形板の両端部に固定され、かつ前記熱電変換器は、前記両取付

部の間で位置で前記変形板に固定され、

前記ひずみゲージは、前記熱電変換器と前記両取付部との間に2つずつ設けられ、2つの前記ひずみゲージは、前記変形板を挟んで対向して設けられ、

4つの前記ひずみゲージのそれぞれが結線され、4ゲージ法のブリッジ回路を構成していることを特徴とする請求項1又は2に記載のオーバリティ計測センサ。

【請求項4】

前記変形板の前記取付部が設けられている側に位置し、前記ひずみゲージに対向して遮熱板が設けられていることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のオーバリティ計測センサ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロータリーキルンの回転炉に取り付けられ、その回転炉の変位を計測するための回転炉用のオーバリティ計測センサに関する。

【背景技術】

【0002】

ごみ焼却設備やセメント製造設備等で使用されているロータリーキルン（回転炉）は、例えば特許文献1に記載されているように、筒状に形成された長尺な重量物（胴体）により構成され、胴体の軸心方向に沿って並列に配置された複数のタイヤと、このタイヤに転動するローラで支持されている。このため、特許文献1にも記載されているように、ロータリーキルンを長時間稼働させると、タイヤやローラの偏摩耗、キルン支持基礎の沈降（胴体の落ち込み）や熱劣化が生じる。そして、これらの現象が生じる初期段階では、胴体に歪みが生じ、オーバリティ（胴体の変形率）が大きくなることが知られている。

20

【0003】

また、特許文献2には、回転炉の直径方向の変形を測定する測定器として、差動トランスを用いた変形測定装置の例が記載されている。この変形測定装置では、差動トランスを固定した細長いビームを回転炉の外側から一定距離に保持し、差動トランスの作動軸先端の接触子をバネにより常に下方に押し下げられるようにして回転炉の外側に接触させ、回転炉の外側の変形状態によって上下に変位する作動軸の変位量を測定することにより、回転炉の変形量（オーバリティ）を算出している。この変形測定装置では、ビームの左右両端部に脚が固定されており、これらの脚の先端が回転炉外側と接触することで、ビームが回転炉の外側から一定距離に保持されるようになっている。また、ビームの中央箇所には、差動トランスの挿入孔が設けられ、差動トランスの作動軸、バネ、接触子が、ビームの下方に露出する構成とされる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-185788号公報  
特開昭62-34002号公報

【非特許文献】

40

【0005】

【文献】都市廃棄物燃焼炉における熱電発電システム 日本機械学会熱工学公演会論文集No.97-25 C133 1997.11.5~7

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2に記載されるような変形測定装置（オーバリティ計測センサ）では、差動トランス（測定器）の作動軸先端の接触子を高熱の回転炉外側に直接接触させることから、長期的に継続して測定を行うことができない。つまり、差動トランス自体が高温にさらされることで、長期使用において不具合を生じることが懸念される。

50

一方で、オーバリティ計測センサにおいて、トラブルの発生を防ぎ、又はトラブルが発生した際の被害を最小限にとどめるためには、継続的に各種点検項目を計測することが望ましい。このため、オーバリティ計測センサに非特許文献1に記載されるような熱電発電システムを用いて、バッテリー交換を不要にすることが考えられている。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、バッテリー交換を不要にでき、かつ高温下においても長期的に使用できるオーバリティ計測センサ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】

【0008】

本発明のオーバリティ計測センサは、回転炉の円筒状外周面の周方向に間隔をおいて固定可能な一对の取付部と、両取付部の間に懸架された弾性変形可能な変形板と、両取付部の間で前記変形板に固定され、前記両取付部を前記回転炉に固定したときに、前記回転炉に当接して前記変形板を支持する支持部材と、前記変形板の表面に設けられ、該変形板のひずみ値を検出するひずみゲージと、前記ひずみゲージを制御するとともに外部機器との通信を行う制御部と、前記ひずみゲージ及び前記制御部に電源を供給する熱電変換器と、を備え、前記熱電変換器は、前記両取付部を前記回転炉に固定したときに、前記回転炉に当接可能な吸熱部と、前記吸熱部の前記回転炉とは反対側に設けられた熱電発電モジュールと、該熱電発電モジュールの前記吸熱部とは反対側の面に固定された放熱器と、を備え、前記熱電変換モジュールと前記吸熱部とは前記変形板の裏面側に位置するとともに、前記熱電発電モジュールは、前記吸熱部と前記変形板との間に設けられ、前記放熱器は、前記熱電発電モジュールとは反対側の前記変形板の表面に固定され、前記支持部材は、前記吸熱部及び前記熱電発電モジュールからなる。

【0009】

本発明では、取付部が回転炉の円筒状外周面に固定されると、変形板は、一对の取付部及び支持部材の3点で円筒状外周面に支持される。このため、円筒状外周面が変形すると、その変形に伴って表面形状の変化に追従するように弾性変形する。そして、この弾性変形した変形板のひずみ値をひずみゲージにより検出することで回転炉の変位をより確実に測定できる。また、変形板が回転炉と隙間を開けて上記3点で支持されるので、変形板が高温になることを抑制できる。これにより、回転炉の外周面の変位を継続して測定でき、長期間にわたって監視できる。この場合、取付部が回転炉の円筒状外周面に固定されたときに、吸熱部が回転炉（円筒状外周面）に当接するので、回転炉の熱を吸熱部により確実に吸収でき、該熱を熱電発電モジュールに伝達することができる。また、熱電発電モジュールの吸熱部とは反対側の面に放熱器が固定されているので、熱電発電モジュールからの熱を確実に放熱でき、これらにより構成される熱電変換器による発電効率を高めることができる。したがって、略永続的に電源を制御部及びひずみゲージに供給でき、バッテリーの交換を不要にし、かつ回転炉の円筒状外周面（外面）の変位を長期間にわたって測定できる。

【0010】

また、取付部が回転炉の円筒状外周面に固定されると、変形板は、一对の取付部と、熱電変換器の吸熱部及び熱電発電モジュールとの3点で円筒状外周面に支持される。

また、熱電変換器の吸熱部及び熱電発電モジュールにより支持部材が構成されるので、支持部材を別途設ける必要がなく、かつ、熱電変換器が変形板に設けられることから、オーバリティ計測センサを小型化できる。

【0011】

本発明のオーバリティ計測センサの好ましい態様としては、前記制御部は、前記放熱器における前記変形板に固定されている面とは反対側に設けられているとよい。

上記態様では、制御部が放熱器における変形板に固定されている面とは反対側、すなわち、回転炉から離れた位置に配置されているので、制御部が回転炉の熱にさらされることを確実に抑制できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

本発明のオーバリティ計測センサの好ましい態様としては、前記両取付部は、前記変形板の両端部に固定され、かつ前記熱電変換器は、前記両取付部の中間位置で前記変形板に固定され、前記ひずみゲージは、前記熱電変換器と前記両取付部との間に2つずつ設けられ、2つの前記ひずみゲージは、前記変形板を挟んで対向して設けられ、4つの前記ひずみゲージのそれぞれが結線され、4ゲージ法のブリッジ回路を構成しているとよい。

上記態様では、熱電変換器と両取付部との間に2つのひずみゲージが変形板を挟んで対向して設けられ、4つのひずみゲージが結線されて4ゲージ法のブリッジ回路を構成していることから、熱電変換器を変形板の中心部として、該変形板の左右の変形度合い（曲げひずみ）の差異を平均化することができる。また、変形板が熱膨張により伸長する際に、変形板の上下にひずみゲージがブリッジ接続されているので、熱膨張による抵抗変化を相殺でき、曲げ（上側が伸びて下側が縮む）の抵抗変化のみを出力できる。すなわち、温度による変形板の伸縮の影響を除去しつつ出力を増加させることができ、ひずみ値の精度を向上できる。

10

## 【 0 0 1 3 】

本発明のオーバリティ計測センサの好ましい態様としては、前記変形板の前記取付部が設けられている側に位置し、前記ひずみゲージに対向して遮熱板が設けられているとよい。

上記態様では、ひずみゲージに対向して設けられている遮熱板が変形板の取付部が設けられている側に位置しているため、該遮熱板により回転炉の熱がひずみゲージに伝達されることを抑制でき、ひずみゲージが熱により変形又は故障する可能性を低減できる。

20

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 4 】

本発明によれば、バッテリー交換を不要にでき、かつ高温下においても長期的に使用できるオーバリティ計測センサを提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 5 】

【図1】本発明の第1実施形態に係るオーバリティ計測センサの斜視図である。

【図2】図1に示すオーバリティ計測センサの正面図である。

【図3】図1に示すオーバリティ計測センサの側面図である。

【図4】図1に示すオーバリティ計測センサが回転炉の外面に固定された状態を示す図である。

30

【図5】本発明の第2実施形態に係るオーバリティ計測センサの正面図である。

【図6】図5に示すオーバリティ計測センサの側面図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係るオーバリティ計測センサの正面図である。

【図8】図7に示すオーバリティ計測センサの側面図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 6 】

## [ 第1実施形態 ]

以下、本発明の第1実施形態について、図面を参照しながら説明する。

## [ オーバリティ計測センサの概略構成 ]

40

図1～図3に示す本発明の第1実施形態に係るオーバリティ計測センサ1は、図4に示すように、高温に加熱される鉄鋼等の磁性体により構成されるロータリーキルンの回転炉（鋼管、シェル）9の円筒状外周面91に装着され、回転する回転炉9の歪み（変形量）を計測するものである。

オーバリティ計測センサ1は、回転炉9の円筒状外周面91に固定可能な一对の取付部2と、両取付部2の間に懸架された弾性変形可能な変形板3と、変形板3の表面に設けられ、該変形板3のひずみ値を検出するひずみゲージ4と、ひずみゲージ4のひずみ値を測定するとともに外部機器との通信を行う制御部5と、両取付部2の間で変形板3に固定され、ひずみゲージ4及び制御部5に電源を供給する熱電変換器6と、回転炉9の温度を検出する熱電対7と、を備えている。

50

## 【 0 0 1 7 】

## [ 取付部の構成 ]

取付部 2 は、変形板 3 の裏面 3 1 の両端部に固定され、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定可能な磁石により構成されている。この磁石としては、例えばアルニコ磁石やサマリウムコバルト磁石等のキュリー温度が高く、高温使用が可能な耐性磁石により構成されている。

## [ 変形板の構成 ]

変形板 3 は、図 2 に示すように、平面視で略矩形の短冊状に形成される弾性変形可能な非磁性の金属性の鋼板である。この変形板 3 は、例えば SUS 304 (ステンレス鋼) 等により構成されている。なお、本実施形態では、変形板 3 は、短辺の長さが 50 mm、長辺の長さが 300 mm、厚さ寸法が 1 mm に設定されている。このような変形板 3 の裏面 3 1 の両端部には、取付部 2 が固定されている。この取付部 2 の高さは、例えば 10 mm ~ 20 mm 程度とされる。

また、変形板 3 の表面 3 2 の取付部 2 の上側には、取手 2 1 が固定されている。さらに、変形板 3 の裏面 3 1 の略中央には、熱電変換器 6 の熱電発電モジュール 6 2 が金属板 6 4 を介して固定され、変形板 3 の表面 3 2 には、放熱器 6 3 が固定されている。

## 【 0 0 1 8 】

## [ ひずみゲージの構成 ]

ひずみゲージ 4 は、電気絶縁物により構成されるベース上に金属箔や抵抗線により構成される抵抗体が形成され、これに引き出し線がつけられたものである。このひずみゲージ 4 は、測定対象物である変形板 3 の表面 3 2 及び裏面 3 1 に接着剤等により固定され、変形板 3 が湾曲 (弾性変形) すると、その伸縮に比例して上記抵抗体が伸縮して抵抗値 (電圧) が変化し、この変化を検出する。

このようなひずみゲージ 4 は、図 1 及び図 3 に示すように、熱電変換器 6 と両取付部 2 との間に 2 つずつ設けられ、2 つのひずみゲージ 4 は、変形板 3 を挟んで対向して平行に設けられている。これら 4 つのひずみゲージは、図示を省略するがそれぞれ結線され、4 ゲージ法のブリッジ回路を構成し、これらは制御部 5 に接続されている。

## 【 0 0 1 9 】

## [ 制御部の構成 ]

制御部 5 は、外部機器 (例えば、無線通信可能なコンピュータ等) との通信を行う。また、制御部 5 には、メモリ (図示省略) が搭載されている。これにより、例えば制御部 5 は、上記ブリッジ回路に現れる電位差からひずみ値を算出し、外部機器 (図示省略) に送信する。

なお、このような制御部 5 は、放熱器 6 3 における変形板 3 に固定されている面とは反対側、すなわち、放熱器 6 3 の上側に設けられており、オーパリティ計測センサ 1 が回転炉 9 に装着された際に、該回転炉 9 の熱にさらされることを抑制している。

## 【 0 0 2 0 】

## [ 熱電変換器の構成 ]

熱電変換器 6 は、図 3 に示すように、取付部 2 を回転炉 9 に固定したときに、回転炉 9 に当接可能な吸熱部 6 1 と、吸熱部 6 1 と変形板 3 との間に設けられた熱電発電モジュール 6 2 と、該熱電発電モジュール 6 2 とは反対側の変形板 3 の表面 3 2 に固定された放熱器 6 3 と、を備え、吸熱部 6 1 と放熱器 6 3 との間の温度差を利用して熱電発電モジュール 6 2 により発電する構成とされている。熱電発電モジュール 6 2 で発電された電力は、制御部 5 に供給され、さらに制御部 5 を介してひずみゲージ 4 に供給される。

吸熱部 6 1 は、アルミニウムや銅などの熱伝導性の高い材料により形成され、本実施形態では、吸熱部 6 1 は、アルミニウムにより形成された矩形板状の金属板により構成されている。この吸熱部 6 1 は、取付部 2 が回転炉 9 に固定された際に、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に当接して回転炉 9 の熱を吸収する。この吸熱部 6 1 の変形板 3 側の面には、熱電発電モジュール 6 2 及び熱電対 7 が載置され、回転炉 9 の熱が吸熱部 6 1 を介して熱電発電モジュール 6 2 及び熱電対 7 に伝達されるようになっている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

熱電発電モジュール62は、図示は省略するが、配線基板の間に、一对のP型熱電変換素子とN型熱電変換素子とを、P型、N型、P型、N型の順に交互に配置されるように、電氣的に直列に接続した構成とされ、両配線基板間に温度差を付与して各熱電変換素子にゼーベック効果により起電力を生じさせるものである。なお、熱電発電モジュール62の吸熱側及び放熱側のそれぞれには、セラミックス板（図示省略）が配置され、絶縁されている。

この熱電発電モジュール62は、例えばアルミニウム等により構成される矩形板状の金属板64を介して変形板3に固定され、その周囲には、磁石65が配置されている。この磁石65は、熱電発電モジュール62の4隅に配置され、上記取付部2と同様に、例えばアルニコ磁石やサマリウムコバルト磁石等のキュリー温度が高く、高温使用が可能な耐性磁石により構成され、その直径は、例えば16mmに設定されている。このような熱電発電モジュール62及び磁石65は、吸熱部61と金属板64との間に挟持されて固定されている。

このような吸熱部61及び熱電発電モジュール62は、変形板3の裏面31側に位置し、吸熱部61は、取付部2が回転炉9に固定された際に、円筒状外周面91に当接して変形板3を支持することから、吸熱部61及び熱電発電モジュール62は、本発明の支持部材を構成している。

## 【 0 0 2 2 】

放熱器63は、いわゆるヒートシンクであり、アルミニウム、銅等の熱伝導性の高い材料により形成される。本実施形態では、放熱器63は、放熱性と強度とのバランスに優れたアルミニウムにより形成されており、変形板3の表面32における熱電発電モジュール62と対向する位置に固定される平板状の熱拡散部631と、この熱拡散部631の変形板3に固定される面とは反対側の上面に立設された複数の帯板状の放熱用フィン632とを有している。この放熱用フィン632は、オーバリティ計測センサ1が回転炉9に固定され、回転炉9とともにオーバリティ計測センサ1が回転した際に、複数の帯板状の放熱用フィン632間に外気を流通させやすくするため、上記回転方向に沿って形成されている。このような放熱用フィン632の高さ寸法は、例えば、50mmに設定されている。

## 【 0 0 2 3 】

そして、熱拡散部631と熱電発電モジュール62とが変形板3を介して対向して配置されているので、熱拡散部631の下面から伝達された熱電発電モジュール62の熱は、熱拡散部631から放熱用フィン632に向けて拡散するとともに、表面積が広く設けられた放熱用フィン632により外気に放出されるようになっている。このため、放熱器63においては、熱電発電モジュール62から離れるにつれて、すなわち熱拡散部631の下面側から放熱用フィン632の先端側に向かうにつれて温度が低くなり、放熱器63の上部側が下部側よりも低温になる。なお、放熱器63では、放熱用フィン632の先端側が最も低温となる。

## 【 0 0 2 4 】

そして、オーバリティ計測センサ1においては、放熱器63の熱電発電モジュール62から離れた位置の低温部側であり、また、放熱器63において最も低温となる放熱用フィン632の先端側に、制御部5がスペーサ66を介して配置されている。なお、制御部5は、放熱器63の熱電発電モジュール62から離れた位置に配置すればよく、熱電発電モジュール62から離して制御部5を配置することで、制御部5に熱が伝達されることを抑制できる。

## 【 0 0 2 5 】

なお、放熱器63は、平板状の熱拡散部631と帯板状の放熱用フィン632とを有する構成としたが、放熱器の形状はこれに限定されるものではなく、例えば平板状の熱拡散部631の上面に、ピン状の放熱用フィンが複数立設した形状を採用することもできるし、オーバリティ計測センサ1の構成に応じて適宜形状を変更したその他の形状を有する放熱器を採用することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 6 】

## [ オーバリティ計測センサの回転炉への装着方法 ]

このようなオーバリティ計測センサ 1 は、例えば以下の手順にて回転炉 9 に固定（装着）される。

まず、ユーザは、オーバリティ計測センサ 1 の両側の取手 2 1 を把持し、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に取付部 2 を当接させる。この際、取付部 2 は磁石等により構成されているため、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に磁力により固定される。このように取付部 2 が回転炉 9 に固定されると、変形板 3 の両端が回転炉 9 側に引っ張られて、該変形板 3 の中央部分に位置する熱電変換器 6 の吸熱部 6 1 も回転炉 9 に当接する。また、吸熱部 6 1 の上側には、熱電発電モジュール 6 2 が位置し、その周囲には 4 つの磁石 6 5 が位置しているため、これら磁石 6 5 の磁力により吸熱部 6 1 が回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に確実に当接する。

10

このように、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 には、2 つの取付部 2 及び吸熱部 6 1 が当接することから、変形板 3 は、これらにより 3 点で支持される。このため、両取付部 2 の間の部分で円筒状外周面 9 1 が変形すると、図 4 に示すように、変形板 3 が円筒状外周面 9 1 の変形に伴って表面形状の変化に追従するように弾性変形する。このように弾性変形した変形板 3 の変形は、4 つのひずみゲージにより検出され、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 の変位が算出されることとなる。

## 【 0 0 2 7 】

上記実施形態では、取付部 2 が回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定されたときに、吸熱部 6 1 が回転炉 9（円筒状外周面 9 1）に当接するので、回転炉 9 の熱を吸熱部 6 1 により確実に吸収でき、該熱を熱電発電モジュール 6 2 に伝達することができる。また、熱電発電モジュール 6 2 とは反対側の変形板 3 の表面 3 2 に放熱器 6 3 が固定されているので、熱電発電モジュール 6 2 からの熱を確実に放熱でき、これらにより構成される熱電変換器 6 による発電効率を高めることができる。したがって、略永続的に電源を制御部 5 及びひずみゲージ 4 に供給でき、バッテリーの交換を不要にし、かつ回転炉 9 の円筒状外周面 9 1（外面）の変位を長期間にわたって測定できる。

20

また、変形板 3 が回転炉 9 と隙間を開けて上記 3 点で支持されるので、変形板 3 が高温になることを抑制できる。これにより、回転炉 9 の外面の変位を継続して測定でき、長期間にわたって監視できる。

30

## 【 0 0 2 8 】

また、制御部 5 が回転炉 9 から離れた位置、すなわち、放熱器 6 3 の放熱用フィン 6 3 2 上にスペーサ 6 6 を介して配置されているので、制御部 5 が回転炉 9 の熱にさらされることを確実に抑制できる。

さらに、熱電変換器 6 と両取付部 2 との間に 2 つのひずみゲージ 4 が変形板 3 を挟んで対向して設けられ、4 つのひずみゲージ 4 が結線されて 4 ゲージ法のブリッジ回路を構成していることから、熱電変換器 6 を変形板 3 の中心部として、該変形板 3 の左右の変形度合い（曲げひずみ）の差異を平均化することができる。また、温度による変形板 3 の伸縮の影響を除去しつつ出力を増加させることができ、ひずみ値の精度を向上できる。したがって、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 の変位を確実に検出できる。

40

## 【 0 0 2 9 】

## [ 第 2 実施形態 ]

次に、本発明の第 2 実施形態について図面を用いて説明する。図 5 は、本実施形態のオーバリティ計測センサ 1 A の平面図であり、図 6 は、オーバリティ計測センサ 1 A の側面図である。

オーバリティ計測センサ 1 A は、図 5 及び図 6 に示すように、滑り板 8 を備える点及び取付部 2 を変形板 3 の両端部に 2 つずつ設けた点で上記第 1 実施形態と異なる。

なお、以下の説明では、上記第 1 実施形態と同一又は略同一の構成については、同じ番号を付し、説明を省略又は簡略化する。

オーバリティ計測センサ 1 A は、図 5 及び図 6 に示すように、変形板 3 の取付部 2 が設

50

けられている側に位置し、ひずみゲージ 4 に対向して滑り板 8 が設けられている。この滑り板 8 は、平面視で変形板 3 よりも幅広く両側に張り出す略矩形の短冊状に形成され、かつ、変形板 3 よりも面積が同程度若しくは大きい弾性変形可能な非磁性の金属性の鋼板である。この滑り板 8 は、変形板 3 と同様に、例えば S U S 3 0 4 (ステンレス鋼) 等により構成されている。なお、本実施形態では、滑り板 8 は、短辺の長さが 7 5 m m、長辺の長さが 3 0 0 m m、厚さ寸法が 0 . 5 m m に設定されている。また、本実施形態では、滑り板 8 は、吸熱部 6 1 に固定されている。

このような滑り板 8 は、図 6 に示すように、取付部 2 の下側に位置し、取付部 2 を回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定した際に該円筒状外周面 9 1 に当接する。また、本実施形態では、取付部 2 は、変形板 3 の両端部に 2 つずつ配置され、その上側には、取手 2 1 が取り付けられている。これにより、変形板 3 をより強固に回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定することができる。

#### 【 0 0 3 0 】

本実施形態では、非磁性の滑り板 8 の上側に取付部 2 が配置される構成としたことから、取付部 2 を滑り板 8 上で滑らせて移動させることができ、変形板 3 の形状を回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 の変形に確実に追従させることができる。

#### 【 0 0 3 1 】

##### [ 第 3 実施形態 ]

次に、本発明の第 3 実施形態について図面を用いて説明する。図 7 は、本実施形態のオーバーリティ計測センサ 1 B の平面図であり、図 8 は、オーバーリティ計測センサ 1 B の側面図である。

オーバーリティ計測センサ 1 B は、図 7 及び図 8 に示すように、変形板 3 に熱電変換器 6 を固定していたのに対して、熱電変換器 6 B を変形板 3 から離間させ、変形板 3 とは異なる支持板 8 B に熱電変換器 6 B が支持されている点が第 1 実施形態と大きく異なる点であり、その他、取付部 2 を変形板 3 の両端部に 2 つずつ設けた点、放熱器 6 3 B の放熱用フィン 6 3 2 B の高さ寸法が大きい点、支持板 8 B を備える点、及び支持板 8 B の下側に磁石 6 8 , 6 9 をさらに設ける点も上記第 1 実施形態と異なる。

なお、以下の説明では、上記第 1 実施形態と同一又は略同一の構成については、同じ番号を付し、説明を省略又は簡略化する。

オーバーリティ計測センサ 1 B には、図 7 及び図 8 に示すように、変形板 3 の取付部 2 が設けられている側(下側)に位置し、ひずみゲージ 4 に対向して支持板 8 B が設けられている。すなわち、支持板 8 B は、本発明の遮熱板として機能する。

この支持板 8 B は、平面視で変形板 3 よりも幅広く両側に張り出す形状であり、その張り出した部分の略中央部分がさらに外側に張り出す形状に形成され、かつ、変形板 3 よりも面積が大きい。この支持板 8 B は、アルミニウム板等により構成されている。

#### 【 0 0 3 2 】

具体的には、支持板 8 B は、平面視において略矩形短冊状の本体部 8 1 B と、本体部 8 1 B の一方側(図 7 における上側)の端部の略中央から外側に張り出す第 1 張出部 8 2 B と、本体部 8 1 B の他方側(図 7 における下側)の端部の略中央から外側に張り出す第 2 張出部 8 3 B と、を備えている。これらのうち、第 1 張出部 8 2 B は、第 2 張出部 8 3 B よりもさらに外側に張り出しており、その面積は、第 2 張出部 8 3 B の面積より大きく形成されている。このような第 1 張出部 8 2 B には、図 7 に示すように、熱電変換器 6 B が配置される。すなわち、本実施形態では、熱電変換器 6 B は、支持板 8 B における平面視において変形板 3 と重ならない位置に固定されている。

また、支持板 8 B の下側(回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 側)には、例えばアルニコ磁石やサマリウムコバルト磁石等のキュリー温度が高く、高温使用が可能な耐性磁石により構成される磁石 6 8 , 6 9 が配置されている。具体的には、磁石 6 8 は、支持板 8 B の第 2 張出部 8 3 B の下側に配置され、磁石 6 9 は、本体部 8 1 B の下側で、かつ平面視において変形板 3 の略中央に配置される。このため、支持板 8 B は、図 8 に示すように、上記第 2 実施形態における滑り板 8 とは異なり、取付部 2 を回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定

10

20

30

40

50

した際に、円筒状外周面 9 1 には当接しない。

【 0 0 3 3 】

なお、本実施形態では、取付部 2 は、変形板 3 の両端部にスペーサ 2 2 を介して 2 つずつ配置され、その上側には、取手 2 1 が取り付けられている。また、取付部 2 の下面、磁石 6 8 , 6 9 及び熱電変換器 6 B の吸熱部 6 1 の下面のそれぞれは、同一面上に位置している。これにより、変形板 3 をより安定して回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定することができる。

【 0 0 3 4 】

また、放熱器 6 3 B の放熱用フィン 6 3 2 B の高さ寸法は、上記放熱用フィン 6 3 2 の高さ寸法（例えば、50 mm）の略 2 倍（例えば、90 mm）となっている。

10

また、熱拡散部 6 3 1 は、支持板 8 B の第 1 張出部 8 2 B 上に固定され、第 1 張出部 8 2 B の下側には、金属板 6 4 が配置されている。

【 0 0 3 5 】

さらに、オーバリティ計測センサ 1 B は、スペーサ 6 6 に代えて、4 つのスタッド 6 6 B を備え、これら 4 つのスタッド 6 6 B は、変形板 3 の両側に 2 本ずつ本体部 8 1 B 及び第 2 張出部 8 3 B に配置され、制御部 5 を支持する。これにより、制御部 5 は、放熱器 6 3 B の上側に支持されていなくても、4 つのスタッド 6 6 B により支持板 8 B 上に固定されるので、制御部 5 が回転炉 9 の熱に直接さらされることを抑制している。

また、変形板 3 と支持板 8 B との間には、柱状のスペーサ 6 7 が配置され、このスペーサ 6 7 は、平面視において磁石 6 9 と重なるように変形板 3 と支持板 8 B との間に固定されている。すなわち、スペーサ 6 7 は、支持板 8 B を介して磁石 6 9 に対向する位置に配置され、変形板 3 と支持板 8 B とを固定している。これにより、変形板 3 の中央部は、スペーサ 6 7 を介して磁石 6 9 により支持される。すなわち、磁石 6 9 及びスペーサ 6 7 は、本発明の支持部材に相当する。

20

【 0 0 3 6 】

ここで、例えば、上記各実施形態のように変形板 3 の中心部に熱電変換器 6 B が固定されていると、放熱器 6 3 や金属板 6 4 に接触している変形板 3 は、回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 の変形をトレースしにくい。

これに対し、本実施形態では、熱電変換器 6 B は、支持板 8 B の第 1 張出部 8 2 B に設けられている、すなわち、平面視において変形板 3 と重ならない位置に設けられ、変形板 3 は、熱電変換器 6 B よりも変形板 3 に当接する面積が小さいスペーサ 6 7（磁石 6 9）により支持されていることから、変形板 3 により円筒状外周面 9 1 の変形をより精度よくトレースできる。なお、変形板 3 は、取付部 2 が回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定された際に、両取付部 2 及び磁石 6 9 により回転炉 9 と隙間を開けて 3 点で支持されるので、本実施形態においても変形板 3 が高温になることを抑制できる。

30

また、支持板 8 B を設けているので、ひずみゲージ 4 が回転炉 9 の熱にさらされることを抑制できる。

さらに、取付部 2 が回転炉 9 の円筒状外周面 9 1 に固定された際に、熱電変換器 6 B の吸熱部 6 1 が確実に当接するので、吸熱部 6 1 により回転炉 9 の熱を確実に吸収でき、熱電変換器 6 B の発電効率を向上できる。

40

【 0 0 3 7 】

その他、細部構成は上記各実施形態の構成のものに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、変形板 3 は、例えば SUS 304（ステンレス鋼）等により構成されていることとしたが、これに限らず、弾性変形可能で、耐熱性を有するものであればよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

- 1 1 A 1 B オーバリティ計測センサ
- 2 取付部
- 2 1 取手

50

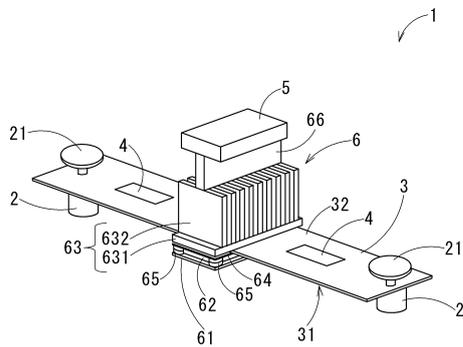
- 2 2 スペーサ
- 3 変形板
- 3 1 裏面
- 3 2 表面
- 4 ひずみゲージ
- 5 制御部
- 6 6 B 熱電変換器
- 6 1 吸熱部 (支持部材)
- 6 2 熱電発電モジュール (支持部材)
- 6 3 6 3 B 放熱器
- 6 3 1 熱拡散部
- 6 3 2 6 3 2 B 放熱用フィン
- 6 4 金属板
- 6 5 磁石
- 6 6 スペーサ
- 6 6 B スタッド
- 6 7 スペーサ
- 6 8 磁石
- 6 9 磁石 (支持部材)
- 7 熱電対
- 8 滑り板
- 8 B 支持板 (遮熱板)
- 8 1 B 本体部
- 8 2 B 第 1 張出部
- 8 3 B 第 2 張出部
- 9 回転炉
- 9 1 円筒状外周面

10

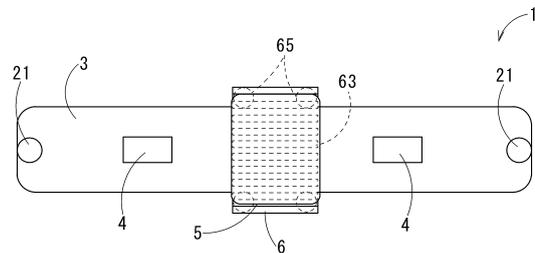
20

【図面】

【図 1】



【図 2】

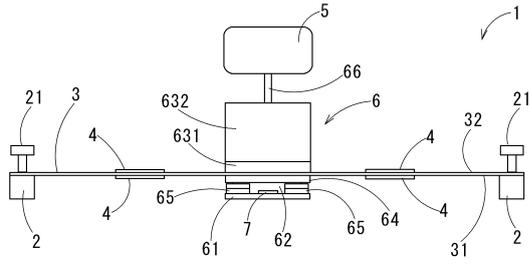


30

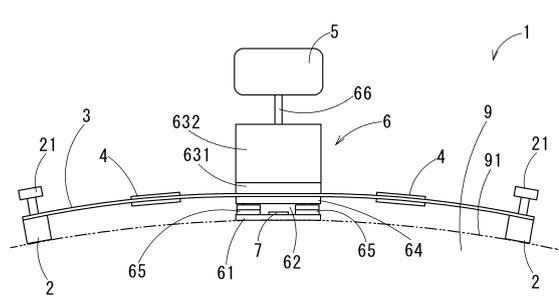
40

50

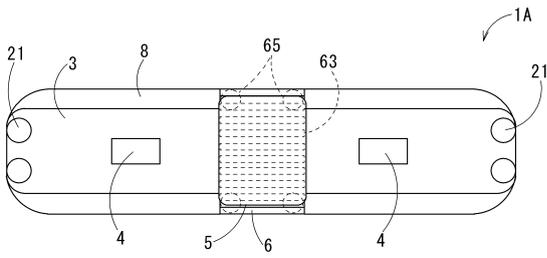
【図3】



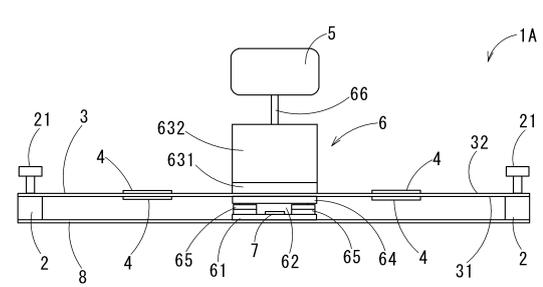
【図4】



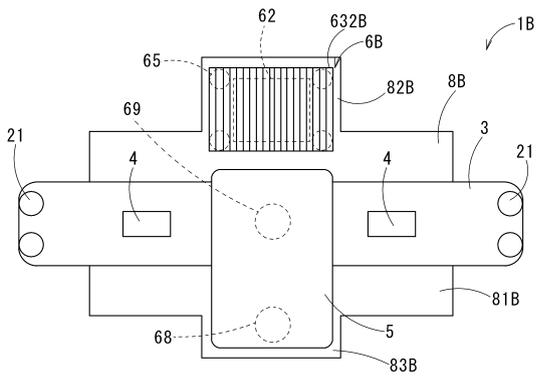
【図5】



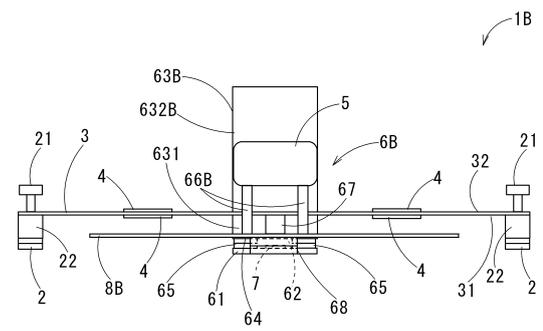
【図6】



【図7】



【図8】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

00番地 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

審査官 國田 正久

(56)参考文献 特開2018-54591(JP,A)

特開2003-168182(JP,A)

OVALITY SENSOR User Manual, TomTom-Tools GmbH, 2016年07月14日, <<https://tomtomtools.com/wp-content/uploads/2015/08/Ovality-Sensor-I-Manual.pdf>>

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G01B 7/16

F27B 7/42

F27D 21/00

H01L 35/28