

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6591925号
(P6591925)

(45) 発行日 令和1年10月16日(2019.10.16)

(24) 登録日 令和1年9月27日(2019.9.27)

(51) Int. Cl.		F 1	
F 2 7 B	7/42	(2006.01)	F 2 7 B 7/42
F 2 7 B	7/08	(2006.01)	F 2 7 B 7/08
F 2 7 D	21/00	(2006.01)	F 2 7 D 21/00 A
H O 1 M	4/36	(2006.01)	H O 1 M 4/36 Z

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-70345 (P2016-70345)	(73) 特許権者	390008431 高砂工業株式会社
(22) 出願日	平成28年3月31日 (2016. 3. 31)		岐阜県土岐市駄知町 2 3 2 1 番地の 2
(65) 公開番号	特開2017-180979 (P2017-180979A)	(74) 代理人	100115646 弁理士 東口 倫昭
(43) 公開日	平成29年10月5日 (2017. 10. 5)	(74) 代理人	100115657 弁理士 進藤 素子
審査請求日	平成30年12月5日 (2018. 12. 5)	(74) 代理人	100196759 弁理士 工藤 雪
		(72) 発明者	中村 寿樹 岐阜県土岐市駄知町 2 3 2 1 番地の 2 高砂工業株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 基晴 岐阜県土岐市駄知町 2 3 2 1 番地の 2 高砂工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロータリーキルン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自身の軸周りに回転する炉心管と、
前記炉心管が挿通される加熱室を有する加熱部と、
前記加熱室の内部に配置され、前記炉心管の下側に所定間隔だけ離間して配置され、前記所定間隔を超えて下側に変形した前記炉心管を支持可能な支持部材と、
変形した前記炉心管が前記支持部材に当接したことを検出するセンサと、
を備えるロータリーキルン。

【請求項 2】

前記加熱部は、前記加熱室の内部に配置され、前記炉心管を下側から加熱するヒータを有し、

10

前記支持部材は、前記炉心管を支持可能な支持面を有し、

前記支持面は、前記ヒータよりも高い位置に配置される請求項 1 に記載のロータリーキルン。

【請求項 3】

前記センサは、前記加熱室の外部に配置される請求項 1 または請求項 2 に記載のロータリーキルン。

【請求項 4】

前記炉心管および前記支持部材は、共に導体制であり、

さらに、前記炉心管の少なくとも一部と、前記支持部材と、電源と、を經由する検出回

20

路を備え、

前記センサは、前記炉心管が前記支持部材に当接し、前記検出回路の接点が閉成または開成した際の、電気量の変化を検出する請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のロータリーキルン。

【請求項 5】

前記支持部材は、下側に移動可能であり、

前記センサは、前記炉心管が前記支持部材に当接した際の、前記支持部材の移動を検出する請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載のロータリーキルン。

【請求項 6】

さらに、前記センサに電氣的に接続される制御装置と、前記制御装置に電氣的に接続される表示装置と、を有し、

前記制御装置は、前記センサが検出した信号を基に前記炉心管の状態を判別し、

前記表示装置は、前記制御装置の判別結果に関する情報を表示する請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載のロータリーキルン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば電池材料の製造などに用いられる外熱式のロータリーキルンに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に示すように、外熱式のロータリーキルンは、炉心管と加熱部とを備えている。加熱部は、加熱室とヒータとを備えている。炉心管の軸方向中間部は、加熱室に収容されている。ヒータは、加熱室に配置されている。加熱室において、ヒータは、炉心管を、径方向外側から加熱している。炉心管の内部には、被処理物が収容されている。被処理物は、炉心管の側周壁を介して、ヒータにより、間接的に加熱されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011-058785 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

加熱室は、外殻や断熱材により、外部から隔離されている。このため、作業者は、加熱室における炉心管の状態を、直接確認することができない。そこで、本発明は、加熱室における炉心管の変形を検出可能なロータリーキルン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】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明のロータリーキルンは、自身の軸周りに回転する炉心管と、前記炉心管が挿通される加熱室を有する加熱部と、前記加熱室の内部に配置され、前記炉心管の下側に所定間隔だけ離間して配置され、前記所定間隔を超えて下側に変形した前記炉心管を支持可能な支持部材と、変形した前記炉心管が前記支持部材に当接したことを検出するセンサと、を備えることを特徴とする。ここで、「変形」には、弾性変形、塑性変形が含まれる。また、「変形」には、炉心管の、全体的または部分的な、湾曲や破壊などが含まれる。

【発明の効果】

【0006】

本発明のロータリーキルンによると、炉心管の下側に所定間隔だけ離間して、支持部材が配置されている。炉心管が所定間隔を超えて下側に変形すると、炉心管が支持部材に当接する。センサは、支持部材に対する炉心管の当接を検出する。このように、本発明の口

10

20

30

40

50

ータリーキルンによると、センサを介して、加熱室における炉心管の変形を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第一実施形態のロータリーキルンの前後方向断面図である。

【図2】図1の枠II内の拡大図である。

【図3】図2のIII-III方向断面図である。

【図4】同ロータリーキルンの検出回路の模式図である。

【図5】炉心管変形時における同ロータリーキルンの加熱部付近の軸方向断面図である。

【図6】図5のVI-VI方向断面図である。

10

【図7】第二実施形態のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図である。

【図8】同ロータリーキルンの検出回路の模式図である。

【図9】炉心管変形時における同ロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図である。

【図10】第三実施形態のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図である。

【図11】炉心管変形時における同ロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図である。

【図12】その他の実施形態(その1)のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図である。

【図13】その他の実施形態(その2)のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明のロータリーキルンの実施の形態について説明する。

【0009】

<第一実施形態>

[ロータリーキルンの構成]

まず、本実施形態のロータリーキルンの構成について説明する。以下の図においては、前側が供給側(上流側)、後側が排出側(下流側)に、それぞれ相当する。図1に、本実施形態のロータリーキルンの前後方向(軸方向)断面図を示す。図1に示すように、本実施形態のロータリーキルン1は、供給部2と、排出部3と、回転部4と、加熱部5と、検出部(図略)と、制御装置(図略)と、表示装置(図略)と、架台9と、を備えている。

30

【0010】

{架台9、回転部4}

架台9は、基部90と、供給台91と、排出台92と、を備えている。回転部4は、供給側回転軸40と、供給側ギア41と、供給側ホルダ42と、炉心管43と、排出側回転軸44と、排出側ギア45と、排出側ホルダ46と、を備えている。炉心管43は、カーボン(導体)製であって、前後方向に延びる円筒状を呈している。炉心管43は、略水平に(詳しくは、前側から後側に向かって緩やかに下降するように)、配置されている。炉心管43は、自身の軸周りに回転可能である。電池材料(被処理物)は、炉心管43の内部を、前側から後側に向かって移動する。炉心管43の後端の側周壁には、複数の排出口430が開設されている。

40

【0011】

供給側ホルダ42は、炉心管43の前端開口を、前側から覆っている。ボルト(図略)により、供給側ホルダ42は、炉心管43に固定されている。供給側回転軸40は、前後方向に延在する円筒状を呈している。供給側回転軸40は、供給側ホルダ42に固定されている。供給側回転軸40は、供給側ホルダ42を貫通している。供給側ギア41は、供給側回転軸40に環装されている。

【0012】

排出側ホルダ46は、炉心管43の後端開口を、後側から覆っている。排出側部材(排出側ホルダ46、排出側回転軸44、排出側ギア45)の配置と、供給側部材(供給側ホ

50

ルダ 4 2、供給側回転軸 4 0、供給側ギア 4 1) の配置と、は前後対称である。

【 0 0 1 3 】

{ 供給部 2、排出部 3 }

供給部 2 は、供給台 9 1 に配置されている。供給部 2 は、前後一对の軸受部 2 0 と、供給側カバー 2 1 と、供給ホッパ 2 2 と、スクリーフィーダー 2 3 と、を備えている。供給側カバー 2 1 は、供給側ホルダ 4 2 を前側から覆っている。供給側回転軸 4 0 は、供給側カバー 2 1 を貫通している。供給ホッパ 2 2 は、供給側回転軸 4 0 の前側に配置されている。スクリーフィーダー 2 3 は、供給ホッパ 2 2 の底部から後側に延在している。スクリーフィーダー 2 3 は、供給側回転軸 4 0 の内部に挿通されている。前後一对の軸受部 2 0 は、供給側回転軸 4 0 を回転可能に支持している。

10

【 0 0 1 4 】

排出部 3 は、排出台 9 2 に配置されている。排出部 3 は、前後一对の軸受部 3 0 と、排出側カバー 3 1 と、を備えている。排出側カバー 3 1 は、排出側ホルダ 4 6 を後側から覆っている。排出側回転軸 4 4 は、排出側カバー 3 1 を貫通している。排出側カバー 3 1 の下端には、排出口 3 1 0 が開設されている。前後一对の軸受部 3 0 は、排出側回転軸 4 4 を回転可能に支持している。

【 0 0 1 5 】

{ 加熱部 5、検出部 6、制御装置 7 0、表示装置 7 1 }

図 2 に、図 1 の枠 I I 内の拡大図を示す。図 3 に、図 2 の I I I - I I I 方向断面図を示す。図 1 ~ 図 3 に示すように、加熱部 5 は、基部 9 0 に配置されている。加熱部 5 は、供給部 2 と排出部 3 との間に配置されている。加熱部 5 は、外殻 5 0 と、断熱材 5 1 と、加熱室 5 2 と、複数のヒータ 5 3 と、を備えている。

20

【 0 0 1 6 】

外殻 5 0 は、箱状を呈している。断熱材 5 1 は、耐火煉瓦 (絶縁体) 製であって、外殻 5 0 の内面に内張りされている。加熱室 5 2 は、断熱材 5 1 の内部に区画されている。炉心管 4 3 は、加熱室 5 2 を、前後方向に貫通している。ヒータ 5 3 は、保護管と、電熱式のヒータ本体と、を備えている。ヒータ 5 3 は、加熱室 5 2 を左右方向に貫通している。複数のヒータ 5 3 は、加熱室 5 2 に、上下二段に配置されている。上段の複数のヒータ 5 3 は、炉心管 4 3 の上側に配置されている。上段の複数のヒータ 5 3 は、所定間隔ずつ離間して、前後方向に並んでいる。下段の複数のヒータ 5 3 は、炉心管 4 3 の下側に配置されている。下段の複数のヒータ 5 3 は、所定間隔ずつ離間して、前後方向に並んでいる。

30

【 0 0 1 7 】

検出部 6 は、複数の支持部材 6 0 と、複数の電極 6 1 と、電極 6 2 と、抵抗計 6 3 と、電源 6 4 と、を備えている。抵抗計 6 3 は、本発明の「センサ」の概念に含まれる。支持部材 6 0 は、カーボン (導体) 製であって、ブロック状を呈している。支持部材 6 0 は、加熱室 5 2 の底面を区画する断熱材 5 1 から、上側に凸設されている。支持部材 6 0 は、炉心管 4 3 の真下に配置されている。支持部材 6 0 は、支持面 6 0 0 を備えている。支持面 6 0 0 は、水平方向に延在する平面状を呈している。支持面 6 0 0 は、下段のヒータ 5 3 よりも、高い位置に配置されている。支持面 6 0 0 は、炉心管 4 3 よりも、低い位置に配置されている。図 3 に示すように、炉心管 4 3 と支持面 6 0 0 とは、所定の間隔 A だけ離間している。図 2 に示すように、複数の支持部材 6 0 は、所定間隔ずつ離間して、前後方向に並んでいる。

40

【 0 0 1 8 】

ここで、間隔 A (つまり支持面 6 0 0 の高度 (上下方向位置)) は、例えば、炉心管 4 3 の質量、炉心管 4 3 内部における電池材料の質量、炉心管 4 3 の熱変形量、炉心管 4 3 の熱による軟化の程度、炉心管 4 3 の傾斜角度、炉心管 4 3 の回転速度などを考慮して、決定される。また、間隔 A は、試運転、実験、シミュレーションなどにより決定される。支持面 6 0 0 の高度を a、通常運転時に炉心管 4 3 に干渉してしまう支持面 6 0 0 の高度を b、下段のヒータ 5 3 の最上部の高度を c とすると、高度 $c < 高度 a < 高度 b$ の関係が成立する。

50

【 0 0 1 9 】

電極 6 1 は、上下方向に延在している。電極 6 1 の上端は、支持部材 6 0 に当接している。図 3 に示すように、電極 6 1 の下端は、外殻 5 0 から絶縁された状態で、外殻 5 0 の外部に露出している。図 2 に示すように、電極 6 1 は、支持部材 6 0 と同数配置されている。複数の電極 6 1 は、所定間隔ずつ離間して、前後方向に並んでいる。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、電極 6 2 は、炉心管 4 3 の後端の側周壁の外周面に、下側から接触している。電極 6 2 は、パンタグラフ状を呈している。このため、電極 6 2 は、炉心管 4 3 の変形に追従して、炉心管 4 3 との接触状態を確保したまま、変形可能である。

図 4 に、本実施形態のロータリーキルンの検出回路の模式図を示す。図 2、図 4 に示すように、検出部 6 と炉心管 4 3 との間には、検出回路 C が設定されている。検出回路 C は、電源 6 4 と、複数の電極 6 1 と、複数の接点 S と、電極 6 2 と、抵抗計 6 3 と、を經由している。接点 S は、支持部材 6 0 と、炉心管 4 3 (詳しくは、炉心管 4 3 における、任意の支持部材 6 0 の真上に配置されている部分) と、を備えている。電源 6 4 は、定圧電源である。抵抗計 6 3 は、検出回路 C の電気抵抗値 R を検出可能である。電気抵抗値 R は、本発明の「電氣量」の概念に含まれる。抵抗計 6 3、制御装置 7 0、表示装置 7 1 は、電氣的に接続されている。制御装置 7 0 の記憶部 (図略) には、電気抵抗値 R に関する抵抗しきい値 R_{th} が、格納されている。電気抵抗値 R は、抵抗計 6 3 から制御装置 7 0 に伝送される。制御装置 7 0 は、電気抵抗値 R と、抵抗しきい値 R_{th} と、を比較する。

【 0 0 2 1 】

[電池材料製造時の動き]

次に、本実施形態のロータリーキルンの電池材料製造時の動きについて説明する。まず、モータ (図略) により、図 1 に示す供給側ギア 4 1 および排出側ギア 4 5 を回転させる。回転力は、供給側ギア 4 1 から、供給側回転軸 4 0、供給側ホルダ 4 2 を介して、炉心管 4 3 の前端に伝達される。並びに、回転力は、排出側ギア 4 5 から、排出側回転軸 4 4、排出側ホルダ 4 6 を介して、炉心管 4 3 の後端に伝達される。このため、炉心管 4 3 は、自身の軸周りに回転する。

【 0 0 2 2 】

続いて、スクリュウフィーダー 2 3 を駆動することにより、電池材料を、供給ホッパ 2 2 から炉心管 4 3 の内部に供給する。回転する炉心管 4 3 の内部において、電池材料は、前側から後側に向かって移動する。図 2 に示すように、炉心管 4 3 の軸方向中間部は、加熱室 5 2 に収容されている。炉心管 4 3 の軸方向中間部は、加熱室 5 2 の複数のヒータ 5 3 により、所定の温度パターンで加熱されている。炉心管 4 3 の軸方向中間部 (つまり加熱室 5 2) を通過させることにより、電池材料に所定の熱処理を施すことができる。

【 0 0 2 3 】

その後、熱処理後の電池材料を、回転する炉心管 4 3 の排出口 4 3 0 から払い出す。払い出された電池材料は、排出側カバー 3 1 の排出口 3 1 0 から取り出される。このようにして、電池材料を製造する。なお、電池材料製造時においては、予め、加熱室 5 2 の内部、および炉心管 4 3 の内部は、窒素ガス (非酸化性ガス) 雰囲気設定されている。

【 0 0 2 4 】

[炉心管変形時の動き]

次に、本実施形態のロータリーキルンの炉心管変形時の動きについて説明する。図 5 に、炉心管変形時 (炉心管折損時) における本実施形態のロータリーキルンの加熱部付近の軸方向断面図を示す。図 6 に、図 5 の V I - V I 方向断面図を示す。図 5 は図 2 に、図 6 は図 3 に各々対応している。

【 0 0 2 5 】

図 3 に示すように、通常運転時においては、炉心管 4 3 と支持面 6 0 0 との間には、所定の間隔 A が確保されている。このため、炉心管 4 3 は、支持面 6 0 0 に干渉しない。したがって、図 4 に示す全ての接点 S は、開成されている。すなわち、抵抗計 6 3 の検出する電気抵抗値 R は、無限大のまま変化しない。よって、通常運転時においては、電気抵抗

10

20

30

40

50

値 R は、抵抗しきい値 R_{th} を上回り続ける ($R > R_{th}$)。

【0026】

ここで、図5に示すように、前から三番目の支持部材60と、前から四番目の支持部材60と、の間の区間で炉心管43が折れた場合を想定する。炉心管43が折れると、炉心管43の前側部分43aは、図1に示す一对の軸受部20だけにより、前側から片持ち梁状に支持されることになる。このため、前側部分43aの後端は、重力により落下する。図5、図6に示すように、前側部分43aの後端は、前から三番目の支持部材60の支持面600に当接する。したがって、図4に点線で示すように、前から三番目の接点Sが閉成される。

【0027】

同様に、炉心管43が折れると、炉心管43の後側部分43bは、図1に示す一对の軸受部30だけにより、後側から片持ち梁状に支持されることになる。このため、後側部分43bの前端は、重力により落下する。図5に示すように、後側部分43bの前端は、前から四番目の支持部材60の支持面600に当接する。したがって、図4に点線で示すように、前から四番目の接点Sが閉成される。

【0028】

このように、検出回路Cの二つの接点Sが閉成されると、検出回路Cに電流が流れる。このため、抵抗計63の検出する電気抵抗値Rが小さくなる。よって、炉心管43の折損時においては、電気抵抗値Rは、抵抗しきい値 R_{th} 以下になる ($R < R_{th}$)。制御装置70は、電気抵抗値Rの変化から、炉心管43が変形したことを判別することができる。制御装置70からの指示により、表示装置71は、画面(図略)に警告のメッセージ(例えば、「炉心管が変形しました」などのメッセージ)を表示する。メッセージは、本発明の「情報」の概念に含まれる。作業者は、当該メッセージを目視することにより、目視できない加熱室52の内部において炉心管43が変形していることを、確認することができる。

【0029】

[作用効果]

次に、本実施形態のロータリーキルンの作用効果について説明する。炉心管43や炉心管43の内部の電池材料には、重力が作用している。また、炉心管43や炉心管43の内部の電池材料には、炉心管43の回転に起因する遠心力が作用している。このため、炉心管43は、下側(径方向外側)に変形しやすい。この点、本実施形態のロータリーキルン1によると、図3に示すように、炉心管43の下側に所定の間隔Aだけ離間して、支持部材60が配置されている。図6に示すように、炉心管43が間隔Aを超えて下側に変形すると、炉心管43が支持部材60に当接する。図4に示す抵抗計63は、電気抵抗値Rを介して、支持部材60に対する炉心管43の当接を検出する。このように、本実施形態のロータリーキルン1によると、抵抗計63を介して、加熱室52における炉心管43の変形を、検出することができる。

【0030】

また、図3に示すように、支持面600の高度aは、下段のヒータ53の最上部の高度cよりも、高い位置に設定されている。このため、図5に示すように、炉心管43が変形しても、炉心管43から下段のヒータ53を保護することができる。

【0031】

また、図2、図5に示すように、抵抗計63は、加熱室52の外部に配置されている。このため、抵抗計63を、加熱室52の熱から、保護することができる。また、耐熱性の低い安価な抵抗計63を採用することができる。

【0032】

また、炉心管43は、カーボン(導体)製である。このため、図4に示すように、変形検出対象である炉心管43を、検出回路Cに組み込むことができる。したがって、炉心管43から独立して検出回路Cを設ける場合と比較して、検出回路Cの回路構成が簡単になる。また、部品点数が少なくなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

また、図 4 に示すように、表示装置 7 1 は、炉心管 4 3 の変形に関する警告のメッセージを表示することができる。作業者は、当該メッセージを目視することにより、目視できない加熱室 5 2 の内部において炉心管 4 3 が変形していることを、確認することができる。したがって、迅速にロータリーキルン 1 を停止することができる。よって、電池材料が加熱室 5 2 内部に漏出し、電池材料に異物が混入することを、抑制することができる。

【 0 0 3 4 】

また、図 2、図 5 に示すように、電極 6 2 は、パンタグラフ状を呈している。このため、電極 6 2 は、炉心管 4 3 の変形に追従して、炉心管 4 3 との接触状態を確保したまま、変形することができる。

10

【 0 0 3 5 】

また、炉心管 4 3 は、カーボン製である。このため、炉心管 4 3 が金属（鉄、ステンレス鋼など）製である場合と比較して、電池材料に悪影響を及ぼす金属粉が、電池材料に混入するのを抑制することができる。また、カーボン製の炉心管 4 3 は、加工性に優れている。また、カーボン製の炉心管 4 3 は、耐熱衝撃性に優れている。

【 0 0 3 6 】

また、加熱室 5 2 の内部には、窒素ガスが供給されている。このため、炉心管 4 3 の外周面が酸化するのを抑制することができる。並びに、炉心管 4 3 の内部には、窒素ガスが供給されている。このため、炉心管 4 3 の内周面が酸化するのを抑制することができる。

【 0 0 3 7 】

また、本実施形態のロータリーキルン 1 によると、炉心管 4 3 ではなく、供給側回転軸 4 0 および排出側回転軸 4 4 が、回転駆動されている。このため、炉心管 4 3 に直接ギアを配置する必要がない。したがって、炉心管 4 3 の加工が容易である。

20

【 0 0 3 8 】

< 第二実施形態 >

本実施形態のロータリーキルンと、第一実施形態のロータリーキルンとの相違点は、複数の支持部材の各々に対して、個別に検出回路が設定されている点である。ここでは、相違点についてのみ説明する。

【 0 0 3 9 】

図 7 に、本実施形態のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図を示す。図 8 に、同ロータリーキルンの検出回路の模式図を示す。図 9 に、炉心管変形時（炉心管折損時）における同ロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図を示す。なお、図 3、図 4、図 6 と対応する部位については、同じ符号で示す。

30

【 0 0 4 0 】

図 7 に示すように、支持部材 6 0（図 2 に示す複数の支持部材 6 0 のうち、任意の支持部材 6 0）は、左右一对の支持体 6 0 a、6 0 b を備えている。左側の支持体 6 0 a の右上隅には、曲面状の支持面 6 0 0 a が凹設されている。右側の支持体 6 0 b の左上隅には、曲面状の支持面 6 0 0 b が凹設されている。支持体 6 0 a、6 0 b は、カーボン（導体）製である。左右一对の支持体 6 0 a、6 0 b の間には、絶縁体製の絶縁板 6 0 c が介装されている。絶縁板 6 0 c により、左右一对の支持体 6 0 a、6 0 b 間の導通は遮断されている。

40

【 0 0 4 1 】

電極 6 1 a は、上下方向に延在している。電極 6 1 a の上端は、左側の支持体 6 0 a に当接している。電極 6 1 a の下端は、外殻 5 0 から絶縁された状態で、外殻 5 0 の外部に露出している。同様に、電極 6 1 b は、上下方向に延在している。電極 6 1 b の上端は、右側の支持体 6 0 b に当接している。電極 6 1 b の下端は、外殻 5 0 から絶縁された状態で、外殻 5 0 の外部に露出している。

【 0 0 4 2 】

図 8 に示すように、検出回路 C は、複数の支持部材 6 0 の各々に対応して、個別に設定されている。複数の検出回路 C は、各々、電源 6 4 と、電流計 6 5 と、電極 6 1 a と、接

50

点Sと、電極61bと、を經由している。電流計65は、本発明の「センサ」の概念に含まれる。接点Sは、支持体60a、60bと、炉心管43（詳しくは、炉心管43における、任意の支持体60a、60bの真上に配置されている部分）と、を備えている。電流計65は、検出回路Cの電流値Iを検出可能である。電流値Iは、本発明の「電流量」の概念に含まれる。制御装置70の記憶部（図略）には、電流値Iに関する電流しきい値 I_{th} が、格納されている。電流値Iは、電流計65から制御装置70に伝送される。制御装置70は、電流値Iと、電流しきい値 I_{th} と、を比較する。

【0043】

図7に示すように、通常運転時においては、炉心管43と支持面600a、600bとの間には、所定の間隔Aが確保されている。このため、炉心管43は、支持面600a、600bに干渉しない。したがって、図8に示す全ての接点Sは、開成されている。すなわち、電流計65の検出する電流値Iは、0のまま変化しない。よって、通常運転時においては、電流値Iは、電流しきい値 I_{th} を下回り続ける（ $I < I_{th}$ ）。

【0044】

ここで、図5に示すように、前から三番目の支持部材60と、前から四番目の支持部材60と、の間の区間で炉心管43が折れた場合を想定する。図5、図9に示すように、炉心管43が折れると、炉心管43の前側部分43aの後端は、前から三番目の支持部材60の支持面600に当接する。したがって、支持面600aと支持面600bとが、炉心管43を介して、導通する。すなわち、図8に点線で示すように、前から三番目の検出回路Cの接点Sが開成される。

【0045】

同様に、図5に示すように、炉心管43が折れると、炉心管43の後側部分43bの前端は、前から四番目の支持部材60の支持面600に当接する。したがって、図8に点線で示すように、前から四番目の検出回路Cの接点Sが開成される。

【0046】

このように、二つの検出回路Cの接点Sが開成されると、二つの検出回路Cにだけ、電流が流れる。このため、二つの検出回路Cの各々において、電流計65の検出する電流値Iが大きくなる。よって、炉心管43の折損時においては、電流値Iは、電流しきい値 I_{th} 以上になる（ $I \geq I_{th}$ ）。制御装置70は、電流値Iの変化から、炉心管43が変形したことを判別することができる。並びに、制御装置70は、電流値Iが変化した二つの検出回路Cの位置から、炉心管43の変形箇所を判別することができる。制御装置70からの指示により、表示装置71は、画面（図略）に警告のメッセージ（例えば、「炉心管の 部が変形しました」などのメッセージ）を表示する。メッセージは、本発明の「情報」の概念に含まれる。作業者は、当該メッセージを目視することにより、目視できない加熱室52の内部において炉心管43が変形していることを、確認することができる。また、作業者は、炉心管43の変形箇所を、確認することができる。

【0047】

本実施形態のロータリーキルンと、第一実施形態のロータリーキルンとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有する。また、本実施形態のロータリーキルンによると、複数の支持部材60の各々に対して、個別に検出回路Cが設定されている。このため、作業者は、炉心管43の変形の有無に加えて、炉心管43の変形箇所を、確認することができる。

【0048】

< 第三実施形態 >

本実施形態のロータリーキルンと、第一実施形態のロータリーキルンとの相違点は、電気式ではなく、機械式の検出部が配置されている点である。ここでは、相違点についてのみ説明する。

【0049】

図10に、本実施形態のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図を示す。図11に、炉心管変形時（炉心管折損時）における同ロータリーキルンの加熱部付近の径方向断

10

20

30

40

50

面図を示す。なお、図 3、図 6 と対応する部位については、同じ符号で示す。

【 0 0 5 0 】

図 1 0、図 1 1 に示すように、外殻 5 0 の下壁開口には、上側に開口する有底筒状のばねケース 5 5 が、伏設されている。検出部 6 は、左右一対のコイルばね 6 6 と、シャフト 6 7 と、リミットスイッチ 6 8 と、を備えている。リミットスイッチ 6 8 は、本発明の「センサ」の概念に含まれる。リミットスイッチ 6 8、図 4 に示す制御装置 7 0、表示装置 7 1 は、電気的に接続されている。左右一対のコイルばね 6 6 は、ばねケース 5 5 の底壁内面と、支持部材 6 0 (図 2 に示す複数の支持部材 6 0 のうち、任意の支持部材 6 0) と、の間に介装されている。なお、支持部材 6 0 は、耐火煉瓦 (絶縁体) 製である。リミットスイッチ 6 8 は、ばねケース 5 5 の底壁外面に配置されている。シャフト 6 7 は、ばね

10

【 0 0 5 1 】

図 1 0 に示すように、通常運転時においては、炉心管 4 3 と支持面 6 0 0 との間には、所定の間隔 A が確保されている。このため、炉心管 4 3 は、支持面 6 0 0 に干渉しない。したがって、レバー 6 8 0 は揺動しない。

【 0 0 5 2 】

ここで、図 5 に示すように、前から三番目の支持部材 6 0 と、前から四番目の支持部材 6 0 と、の間の区間で炉心管 4 3 が折れた場合を想定する。図 5、図 1 1 に示すように、炉心管 4 3 が折れると、炉心管 4 3 の前側部分 4 3 a の後端は、前から三番目の支持部材 6 0 の支持面 6 0 0 に当接する。前側部分 4 3 a に上側から押圧されることにより、支持部材 6 0 は、左右一対のコイルばね 6 6 を圧縮しながら、下側に移動する。また、支持部材 6 0 に上側から押圧されることにより、シャフト 6 7 は下側に移動する。また、シャフト 6 7 に上側から押圧されることにより、レバー 6 8 0 は下側に揺動する。すなわち、リミットスイッチ 6 8 がオンになる。同様に、前から四番目の支持部材 6 0 に対応するリミットスイッチ 6 8 もオンになる。これらのオン信号は、図 4 に示す制御装置 7 0 に伝送される。制御装置 7 0 は、オン信号から、炉心管 4 3 が変形したことを判別することができる。並びに、制御装置 7 0 は、オン信号が伝送された二つのリミットスイッチ 6 8 の位置から、炉心管 4 3 の変形箇所を判別することができる。制御装置 7 0 からの指示により、表示装置 7 1 は、画面 (図略) に警告のメッセージ (例えば、「炉心管の 部が変形しました」などのメッセージ) を表示する。メッセージは、本発明の「情報」の概念に含まれる。作業者は、当該メッセージを目視することにより、目視できない加熱室 5 2 の内部において炉心管 4 3 が変形していることを、確認することができる。また、作業者は、炉心管 4 3 の変形箇所を、確認することができる。

20

30

【 0 0 5 3 】

本実施形態のロータリーキルンと、第一実施形態のロータリーキルンとは、構成が共通する部分に関しては、同様の作用効果を有する。また、本実施形態のロータリーキルンによると、複数の支持部材 6 0 の各々に対して、個別にリミットスイッチ 6 8 が設定されている。このため、作業者は、炉心管 4 3 の変形の有無に加えて、炉心管 4 3 の変形箇所を、確認することができる。

40

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態のロータリーキルンによると、検出回路 C が不要である。このため、検出回路 C の一部に、炉心管 4 3 を組み込む必要がない。すなわち、炉心管 4 3 が導体製である必要がない (勿論、導体製であってもよい)。したがって、例えばセラミック、石英ガラスなど、絶縁体製の炉心管 4 3 であっても、リミットスイッチ 6 8 を介して、加熱室 5 2 における炉心管 4 3 の変形を、検出することができる。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態のロータリーキルンによると、検出回路 C が不要である。このため、検出回路 C の一部に、支持部材 6 0 を組み込む必要がない。すなわち、支持部材 6 0 が導体製である必要がない (勿論、導体製であってもよい)。したがって、支持部材 6 0 の材

50

料として、例えばセラミックなどの絶縁体を採用することができる。

【0056】

また、本実施形態のロータリーキルンによると、折損した炉心管43が落下する際に支持部材60に加わる衝撃を、左右一对のコイルばね66が吸収することができる。このため、落下時の衝撃により、炉心管43や支持部材60が破損しにくい。

【0057】

<その他>

以上、本発明のロータリーキルンの実施の形態について説明した。しかしながら、実施の形態は上記形態に特に限定されるものではない。当業者が行いうる種々の変形的形態、改良的形態で実施することも可能である。

【0058】

図12に、その他の実施形態(その1)のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図を示す。なお、図3と対応する部位については、同じ符号で示す。図12に示すように、支持部材60は、加熱室52を、前後方向に並ぶ複数の小部屋に、仕切っている。すなわち、支持部材60は、仕切壁(隔壁)としての機能を有している。本実施形態のロータリーキルンによると、小部屋ごとに、簡単に温度設定をすることができる。このため、加熱室52における温度パターンの設定の自由度が高くなる。

【0059】

なお、図12に示す支持部材60と同様に、図7に示す支持部材60に仕切壁としての機能を持たせるためには、支持部材60の上側のスペースを、支持部材60を上下反転させた形状の支持部材(絶縁板60cを含む)で、埋めればよい。

【0060】

図13に、その他の実施形態(その2)のロータリーキルンの加熱部付近の径方向断面図を示す。なお、図3と対応する部位については、同じ符号で示す。図13に示すように、支持面600の曲率は、炉心管43の曲率と、一致している。本実施形態のロータリーキルンによると、図13に一点鎖線で示すように、炉心管43の変形時に、支持面600は、落下してくる炉心管43を、全面的に受け止めることができる。したがって、落下時の衝撃により、炉心管43や支持部材60が破損しにくい。

【0061】

ロータリーキルン1の加熱対象である被処理物の種類は特に限定しない。例えば、各種製品の原料、廃棄物、食品などであってもよい。また、被処理物の性状は特に限定しない。例えば、粉状、粒状、塊状などであってもよい。炉心管43の材質は特に限定しない。導体(カーボン、金属など)製であっても、絶縁体(セラミック、ガラスなど)製であってもよい。

【0062】

金属製の炉心管と比較して、カーボン製の炉心管43は、靱性が低く、折損しやすい。また、酸化による消耗を抑制するため、カーボン製の炉心管43は、非酸化性ガス雰囲気内の加熱室52の内部で加熱する必要がある。よって、カーボン製の炉心管43を採用する場合、靱性が低いにもかかわらず、炉心管43の状態を外部から確認することが困難である。この点、本発明のロータリーキルンによると、カーボン製の炉心管43を採用する場合であっても、加熱室52における炉心管43の状態を、センサ(抵抗計63、電流計65、リミットスイッチ68など)により、簡単に確認することができる。このように、本発明のロータリーキルンは、炉心管43がカーボン製であり、かつ被処理物が金属粉の混入を嫌う物(例えば電池材料)である場合に、特に好適である。

【0063】

図3に示す支持部材60と、支持部材60の下側の断熱材51と、の間に、弾性部材(例えば、皿ばね、図10に示すコイルばね66など)を介装してもよい。こうすると、変形した炉心管43が落下する際に支持部材60に加わる衝撃を、弾性部材が吸収することができる。このため、落下時の衝撃により、炉心管43や支持部材60が破損しにくい。また、導体製の弾性部材を、支持部材60と電極61との間に、介装してもよい。こうす

10

20

30

40

50

ると、弾性部材を介して、支持部材 6 0 と電極 6 1 とを導通させることができる。

【 0 0 6 4 】

図 2 に示す複数の支持部材 6 0 の前後方向位置は特に限定しない。例えば、複数の短軸円筒状の管体が合体して炉心管 4 3 が形成されている場合、支持部材 6 0 を、前後方向に隣り合う一対の管体間の継ぎ目に配置してもよい。すなわち、炉心管 4 3 の変形しやすい位置に、重点的に支持部材 6 0 を配置してもよい。また、ロータリーキルン 1 に、単一の支持部材 6 0 を配置してもよい。この場合であっても、作業者は、炉心管 4 3 の変形の有無を確認することができる。

【 0 0 6 5 】

図 1 に示す電極 6 2 の位置は特に限定しない。例えば、炉心管 4 3 の前端付近、供給側ホルダ 4 2、供給側回転軸 4 0、排出側ホルダ 4 6、排出側回転軸 4 4 のいずれかと接触するように、電極 6 2 を配置してもよい。電極 6 2 はパンタグラフ状でなくてもよい。炉心管 4 3 と接触状態を確保できればよい。

10

【 0 0 6 6 】

図 4 に示す表示装置 7 1 がメッセージを表示するタイミング（炉心管 4 3 の状態）は特に限定しない。図 3 に示す間隔 A を小さく設定すると、炉心管 4 3 が完全に折損する前に、メッセージを表示することができる。例えば、炉心管 4 3 に亀裂が入っただけの段階や、炉心管 4 3 が撓んだだけの段階で、メッセージを表示することができる。なお、炉心管 4 3 が完全に折損する前の段階においては、炉心管 4 3 と支持面 6 0 0 とが、炉心管 4 3 の回転角度に応じて、周期的に接触、離間を繰り返す場合がある。この場合、電気抵抗値 R は、周期的に変化することになる。制御装置 7 0 は、当該電気抵抗値 R の周期的な変化を基に、表示装置 7 1 にメッセージ表示の指示を出してもよい。図 3 に示す間隔 A を大きく設定すると、炉心管 4 3 が完全に折損した後に、メッセージを表示することができる。

20

【 0 0 6 7 】

表示装置 7 1 は、メッセージの代わりに、あるいはメッセージと共に、マーク、図形を表示してもよい。また、表示装置 7 1 は、メッセージの代わりに、あるいはメッセージと共に、ランプを点灯あるいは点滅させてもよい。また、表示装置 7 1 は、メッセージの代わりに、あるいはメッセージと共に、警報を鳴らしてもよい。

【 0 0 6 8 】

制御装置 7 0 は、表示装置 7 1 にメッセージを表示させなくてもよい。例えば、炉心管 4 3 の変形時に、制御装置 7 0 は、ロータリーキルン 1 の運転を自動停止してもよい。すなわち、制御装置 7 0 は、インターロック制御を行ってもよい。

30

【 0 0 6 9 】

図 8 に示す複数の検出回路 C の電源 6 4、電流計 6 5 は、共用化してもよい。すなわち、単一の電源 6 4 により、複数の検出回路 C に、走査的に、順次、電圧を加えてもよい。同様に、単一の電流計 6 5 に、複数の検出回路 C を、走査的に、順次、接続してもよい。

【 0 0 7 0 】

図 4 に示す接点 S は、通常運転時において閉成され、変形時に開成されてもよい。例えば、炉心管 4 3 の前後方向両端（供給側ホルダ 4 2、供給側回転軸 4 0、排出側ホルダ 4 6、排出側回転軸 4 4 を含む）に一対の電極を配置し、通常運転時において、一対の電極間に電流を流せばよい。変形時においては、接点 S が開成される（完全に導通が遮断されなくてもよい）。このため、炉心管 4 3 の導通面積が小さくなる。したがって、電気抵抗値 R が大きくなる。当該電気抵抗値 R の変化を抵抗計 6 3 で検出することにより、炉心管 4 3 の変形を検出してもよい。

40

【 0 0 7 1 】

図 1 0 に示すコイルばね 6 6 の周囲に、コイルばね 6 6 の最大圧縮量を規制するストッパを配置してもよい。こうすると、図 1 1 に示す炉心管 4 3 落下時において、支持面 6 0 0 の高度 a が下段のヒータ 5 3 の高度 c を下回ることを、防止することができる。このため、炉心管 4 3 から下段のヒータ 5 3 を確実に保護することができる。また、ストッパの規制量を調整することにより、支持面 6 0 0 の最大下降量を、リミットスイッチ 6 8 のレ

50

パー６８０の上下方向のストローク量以下に設定することができる。こうすると、シャフト６７（つまり炉心管４３）からレバー６８０を保護することができる。

【００７２】

図１０に示すリミットスイッチ６８の代わりに、センサとして、歪みゲージ、荷重センサなどの接触式センサを配置してもよい。また、近接センサなどの非接触式センサを配置してもよい。

【符号の説明】

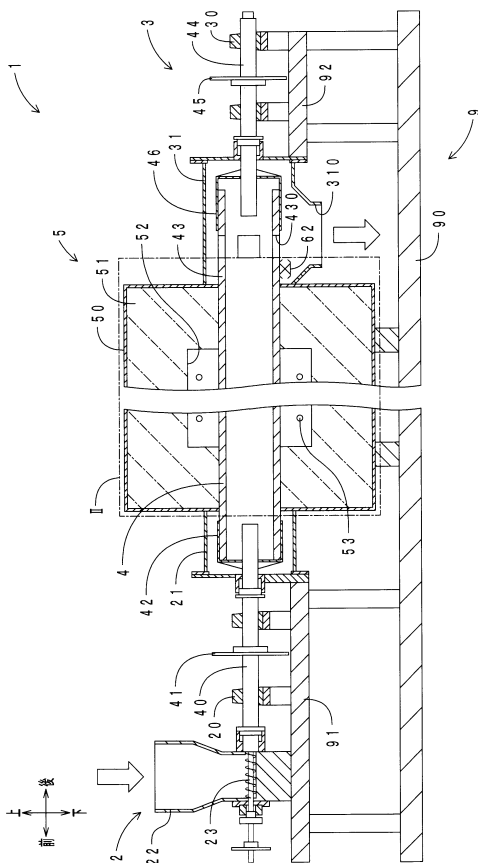
【００７３】

１：ロータリーキルン、２：供給部、２０：軸受部、２１：供給側カバー、２２：供給ホッパ、２３：スクリュウフィーダー、３：排出部、３０：軸受部、３１：排出側カバー、
 ３１０：排出口、４：回転部、４０：供給側回転軸、４１：供給側ギア、４２：供給側ホルダ、
 ４３：炉心管、４３ａ：前側部分、４３ｂ：後側部分、４３０：排出口、４４：排出側回転軸、
 ４５：排出側ギア、４６：排出側ホルダ、５：加熱部、５０：外殻、５１：断熱材、
 ５２：加熱室、５３：ヒータ、５５：ばねケース、６：検出部、６０：支持材、
 ６０ａ：支持体、６０ｂ：支持体、６０ｃ：絶縁板、６００：支持面、６００ａ：支持面、
 ６００ｂ：支持面、６１：電極、６１ａ：電極、６１ｂ：電極、６２：電極、６３：抵抗計（センサ）、
 ６４：電源、６５：電流計（センサ）、６６：コイルばね、６７：シャフト、
 ６８：リミットスイッチ（センサ）、６８０：レバー、７０：制御装置、７１：表示装置、
 ９：架台、９０：基部、９１：供給台、９２：排出台、Ａ：間隔、Ｃ：検出回路、
 Ｓ：接点、a～c：高度

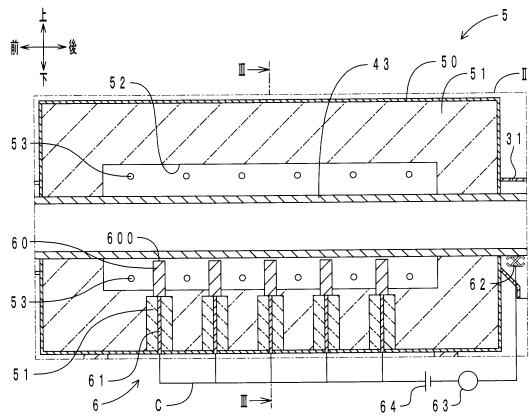
10

20

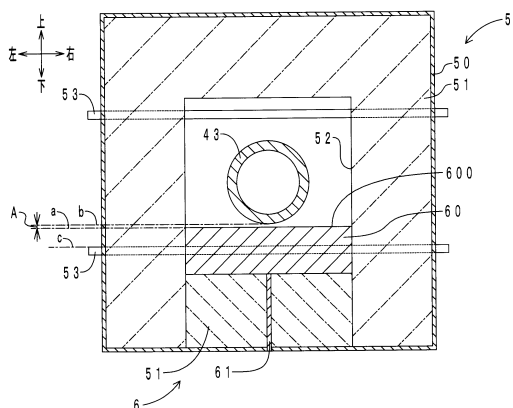
【図１】



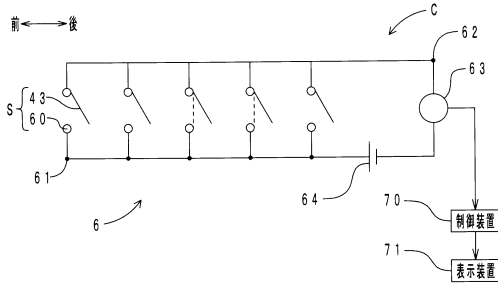
【図２】



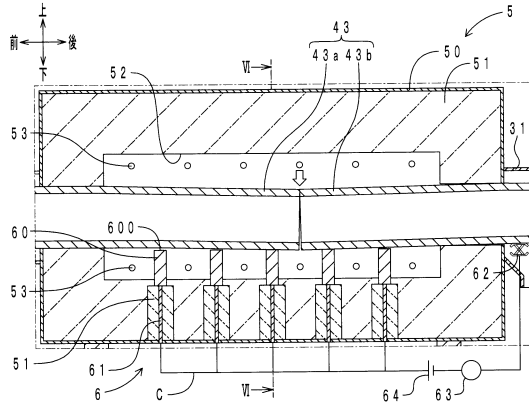
【図３】



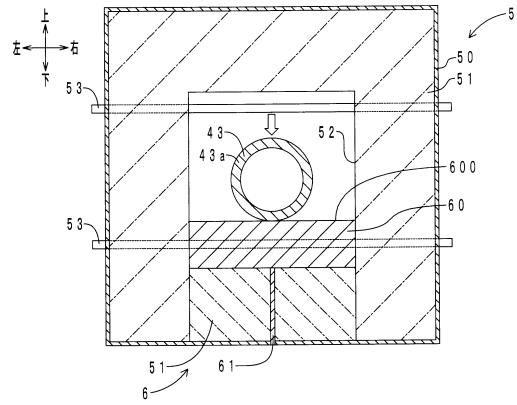
【図4】



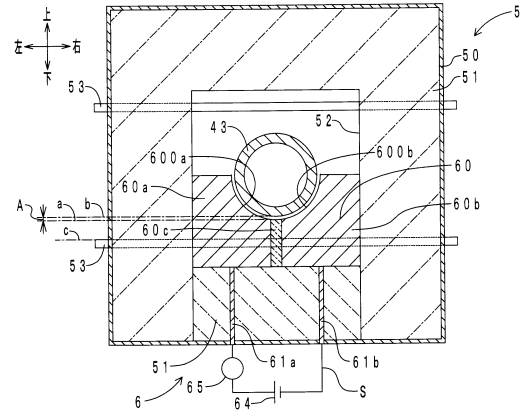
【図5】



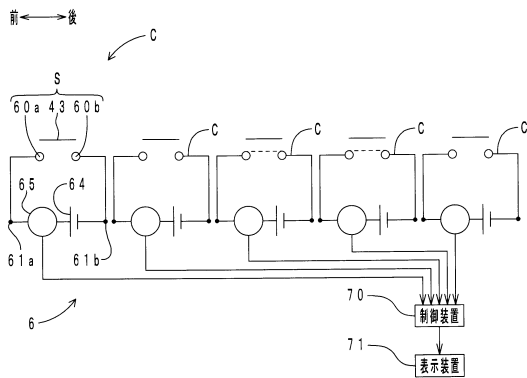
【図6】



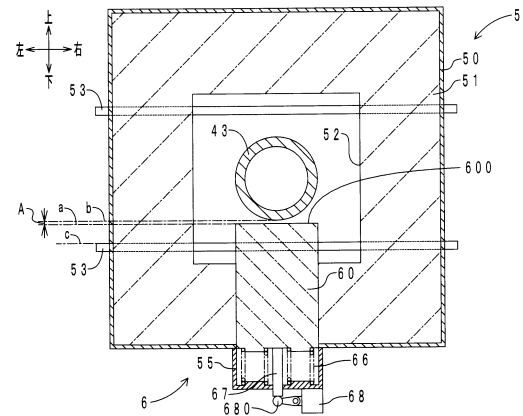
【図7】



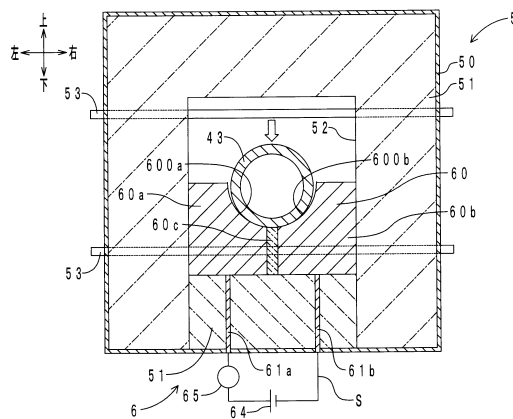
【図8】



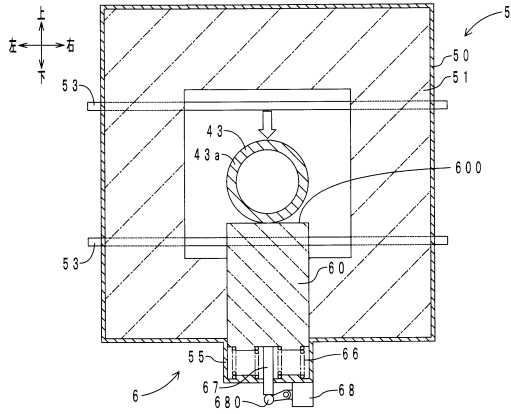
【図10】



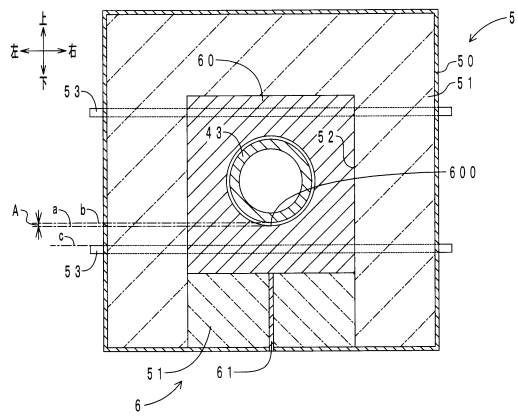
【図9】



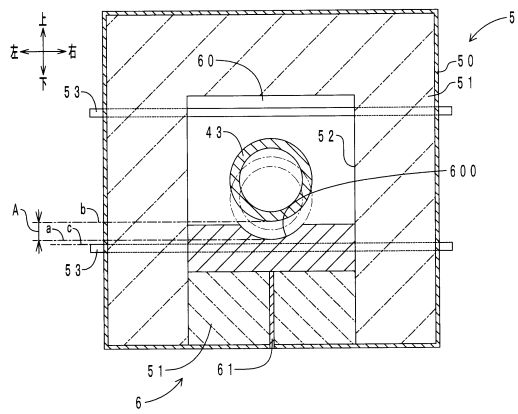
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

審査官 立木 林

- (56)参考文献 特開2007-187430(JP,A)
特開平10-148469(JP,A)
特開平6-159942(JP,A)
特開平7-86194(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F27B	7/42
F27B	7/08
F27D	21/00
H01M	4/36