

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6686134号  
(P6686134)

(45) 発行日 令和2年4月22日(2020.4.22)

(24) 登録日 令和2年4月3日(2020.4.3)

(51) Int.Cl.

H05B 3/00 (2006.01)  
G05B 23/02 (2006.01)

F 1

H05B 3/00  
H05B 3/00  
G05B 23/02310C  
320Z  
T

請求項の数 17 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2018-516712 (P2018-516712)  
 (86) (22) 出願日 平成28年10月3日 (2016.10.3)  
 (65) 公表番号 特表2018-535511 (P2018-535511A)  
 (43) 公表日 平成30年11月29日 (2018.11.29)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/055131  
 (87) 國際公開番号 WO2017/059409  
 (87) 國際公開日 平成29年4月6日 (2017.4.6)  
 審査請求日 令和1年7月3日 (2019.7.3)  
 (31) 優先権主張番号 62/235,719  
 (32) 優先日 平成27年10月1日 (2015.10.1)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 502137880  
 ワトロー エレクトリック マニュファク  
 チュアリング カンパニー  
 アメリカ合衆国 ミズーリ州 セントルイ  
 斯市 ラックランドロード 12001番  
 地  
 (74) 代理人 100083895  
 弁理士 伊藤 茂  
 (74) 代理人 100175983  
 弁理士 海老 裕介  
 (72) 発明者 ノスラチ, モハンマド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94  
 065, レッドウッド シティ, ハー  
 バー ドライブ 816

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】加熱器の寿命及び性能を強化するための一体型装置及び方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

抵抗加熱器の動作を制御するための制御システムであって、  
 前記抵抗加熱器がアクティブモードにあるときに当該抵抗加熱器の誘電材料を通る漏れ  
 電流に関連した誘電パラメータ、を測定するための誘電パラメータ測定モジュールと、  
 前記漏れ電流に基づいて前記抵抗加熱器の推定寿命を予測するための予測モジュールと  
 、  
 前記漏れ電流及び前記推定寿命に基づいて前記抵抗加熱器の動作を変更するための加熱  
 器動作制御モジュールと、  
 を備えている制御システム。

## 【請求項 2】

前記誘電パラメータ測定モジュールは、前記抵抗加熱器の前記誘電材料を通る前記漏れ  
 電流を監視するためのトランスデューサーを含む監視モジュールを更に含んでいる、請求  
 項1に記載の制御システム。

## 【請求項 3】

前記監視モジュールは前記漏れ電流の変化を測定する、請求項2に記載の制御システム  
 。

## 【請求項 4】

前記漏れ電流と閾値漏れ電流の比較に基づいて前記抵抗加熱器の性能を判定する診断モ  
 ジュールを更に備える、請求項1乃至3のいずれか一項に記載の制御システム。

10

20

## 【請求項 5】

前記診断モジュールは、前記漏れ電流が前記閾値漏れ電流に達したときに警告信号を生成する障害検出制御モジュールを更に含んでいる、請求項 4 に記載の制御システム。

## 【請求項 6】

前記予測モジュールは、前記漏れ電流と前記推定寿命と前記抵抗加熱器の動作温度との間の相関を含んでいる、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の制御システム。

## 【請求項 7】

前記予測モジュールは前記相関に基づいて前記推定寿命を求める、請求項 6 に記載の制御システム。

## 【請求項 8】

前記加熱器動作制御モジュールが、前記漏れ電流に基づいて、動作温度と立ち上がり速度と立ち下がり速度とのうちの少なくとも一つを変更することによって、前記抵抗加熱器を動作させるようにされた、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の制御システム。

## 【請求項 9】

抵抗加熱器を制御するための方法であって、  
前記抵抗加熱器の誘電材料を通る漏れ電流を測定する段階と、  
前記漏れ電流に基づいて前記抵抗加熱器の推定寿命を予測する段階と、  
前記漏れ電流及び前記推定寿命に基づいて前記抵抗加熱器を制御する段階と、  
を備えている方法。

## 【請求項 10】

前記漏れ電流と、前記抵抗加熱器の動作温度と、動作時間との間の相関を予め判定する段階を更に備えている、請求項 9 に記載の方法。

## 【請求項 11】

前記漏れ電流に基づいて、動作温度と立ち上がり速度と立ち下がり速度とのうちの少なくとも一つを変更することによって、前記抵抗加熱器を制御する段階を更に備えている、請求項 9 又は 10 に記載の方法。

## 【請求項 12】

前記漏れ電流を動作温度及び動作時間に相関させる段階を更に備えている、請求項 9 乃至 11 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 13】

閾値漏れ電流を確立して、前記漏れ電流が前記閾値漏れ電流に達したときに加熱器損傷を判定する段階、を更に備えている請求項 9 乃至 12 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 14】

動作温度と誘電パラメータと時間との間の相関を事前に記憶しておく段階を更に備えている、請求項 9 乃至 13 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記相関に基づいて、前記抵抗加熱器の前記推定寿命を予測する段階を更に備えている、請求項 14 に記載の方法。

## 【請求項 16】

所与の温度と時間での前記抵抗加熱器の前記推定寿命を動的に予測するために、数式又はアルゴリズムを予測モジュールに設定する段階を更に備えている、請求項 9 乃至 15 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 17】

誘電パラメータの変化及び相関係数を診断及び故障検出制御 (FDC) のためのフィードバックとして提供する段階、を更に備えている請求項 9 乃至 16 のいずれか一項に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

[0001] 本開示は、抵抗加熱装置に関しており、より具体的には抵抗加熱装置の動作を監

10

20

30

40

50

視し制御するための制御システム及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

[0002]本項目内の記述は、本開示に関係のある背景情報を提供しているにすぎず、先行技術を構成しているわけではない。

【0003】

[0003]管状加熱器の様な抵抗加熱装置は、概して、特定の動作条件下に動作させた場合の所定の推定寿命及び最大許容温度を有するものとして設計されている。加熱装置の性能及び推定寿命は、概して、加熱装置の構成要素の材料特性に依存する。構成要素の1つが経年により受容し難い程度まで劣化し機能不能になれば、加熱装置全体が適正に機能できなくなる。加熱装置の最大許容温度は構成要素の信頼度に依存する。構成要素の1つが高い動作温度に耐えられなくて機能不能になれば、同じく加熱装置全体が機能不能となる。

【0004】

[0004]加熱装置の推定寿命及び最大許容温度は、加熱装置の構成要素の材料特性及び信頼度に加え、動作条件及び動作モードによって影響を受ける。例えば、加熱装置を低い酸素分圧を有する真空環境で動作させるか又は急速な立ち上げ及び立ち下げ速度で動作させるなら、加熱装置は比較的短い推定寿命及び比較的低い最大許容温度を有することだろう。様々な因子が加熱装置の性能に影響を及ぼすことを鑑みれば、所与の動作条件下での加熱装置の推定寿命及び最大許容温度を予測するのは難しい。

【発明の概要】

【0005】

[0005]本開示の1つの形態では、抵抗加熱器の動作を制御するための制御システムが、抵抗加熱器がアクティブモードにあるときの抵抗加熱器の誘電パラメータを測定するための誘電パラメータ測定モジュールと、誘電パラメータに基づいて抵抗加熱器の性能を診断するための診断モジュールと、を含んでいる。

【0006】

[0006]別の形態では、抵抗加熱器の動作を制御するための方法が、抵抗加熱器がアクティブモードにあるときの抵抗加熱器の誘電パラメータを測定する段階と、誘電パラメータに基づいて抵抗加熱器の性能を診断する段階と、を含んでいる。

【0007】

[0007]ここに提供されている説明から、適用可能性の更なる領域が明らかになるであろう。説明及び具体的な実施例は例示のみを目的とするものであり、本開示の範囲を限定しようとするものではないことを了解されたい。

【0008】

[0008]開示を十分に理解していただくために、一例として与えられているその様々な実施形態を、これより添付図面を参照しながら説明してゆく。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】[0009]本開示の教示により構築された抵抗加熱器のための制御システムのプロック線図である。

【図2】[0010]図1の抵抗加熱器の略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[0011]ここに記載されている図面は例示のみが目的であり、本開示の範囲を如何様にも限定する意図はない。

【0011】

[0012]次に続く説明は、事実上、単に実例を示すためであり、本開示、適用、又は利用を限定しようとするものではない。

【0012】

[0013]図1を参照すると、抵抗加熱器12のための制御システム10が示されている。

10

20

30

40

50

制御システム 10 は、抵抗加熱器 12 の性能を監視し診断するように、抵抗加熱器 12 の欠陥を検出すると共に所与の動作条件下の抵抗加熱器 12 の推定寿命を予測するように、構成されている。

【 0 0 1 3 】

[0014] 図 2 を参照して、抵抗加熱器 12 は管状加熱器 12 とすることができる、抵抗加熱器 12 は、抵抗要素 14、抵抗要素 14 を取り囲む誘電材料 16、誘電材料 16 を取り囲む金属シース 18、及び金属シース 18 を取り囲む保護層 20、を含むものとすることができます。抵抗要素 14 は、抵抗性コイル又はワイヤであってもよく、熱を生成するための高い電気抵抗を有している。金属シース 18 は、概して、抵抗要素 14 及び誘電材料 16 をその中に包封する略管状構造を有していて、ステンレス鋼、インコネル合金、又は他の高耐火性金属、の様な耐熱金属を含んでいる。保護層 20 は、腐食環境にある金属シース 18 のための更なる保護を提供するために、又は金属シース 18 の表面から周囲環境への急速熱放射を促すために、金属シース 18 の周りに配置されている。誘電材料 16 は、金属シース 18 によって画定されている空間を充填していて、抵抗要素 14 を金属シース 18 から電気的に絶縁している。誘電材料 16 は、所定の絶縁耐力、熱伝導率を有していて、酸化マグネシウム (MgO) を含むものとすることができます。

【 0 0 1 4 】

[0015] 加熱器動作中、誘電材料 16 の材料特性は動作時間の間中、動作温度と共に変動するであろう。概して、動作温度が上がると誘電材料 16 の絶縁耐力は下がる。管状加熱器 12 を高温で比較的長い時間に亘って動作させると、誘電材料 16 の絶縁耐力は著しく下がり、誘電材料 16 に誘電破壊を引き起こさないとも限らない。誘電破壊は抵抗要素 14 と金属シース 18 の間に短絡を生じさせ、結果的に加熱器損傷をもたらす。誘電破壊は加熱器損傷のよくある原因である。誘電材料 16 は、概して、抵抗加熱器 12 の他の構成要素より速く劣化するものであり、いち早く損傷する。

【 0 0 1 5 】

[0016] それゆえ、本開示による制御システム 10 は、加熱器 12 がアクティブモードにあるときの誘電材料 16 の材料特性、特に誘電材料 16 の誘電特性 / 絶縁耐力の変化、を監視するように構成されている。監視される誘電パラメータは、加熱器 12 の性能を診断する、加熱器 12 の障害を検出する、又は所与の動作条件下での加熱器 12 の推定寿命を予測する、ために使用できる。誘電パラメータは、加熱器 12 の動作及び制御を最適化するためにフィードバックを制御システム 10 へ提供するのに使用することもできる。

【 0 0 1 6 】

[0017] 図 1 に戻って、本開示の教示による制御システム 10 は、加熱器動作制御モジュール 22、誘電パラメータ測定モジュール 24、診断モジュール 26、及び予測モジュール 28、を含んでいる。制御システム 10 は、加熱器 12 の温度を監視し計測するための温度計測モジュール 29 を更に有することができる。

【 0 0 1 7 】

[0018] 加熱器動作制御モジュール 22 は、加熱器 12 の動作を、所望動作温度、所望立ち上がり / 立ち下がり速度、及び / 又は所望加熱持続時間、の様な入力パラメータに基づいて制御する。

【 0 0 1 8 】

[0019] 誘電パラメータ測定モジュール 24 は、加熱器 12 がアクティブモードにあるとき ( 加熱器が動作しているとき ) の加熱器 12 の誘電パラメータを動的に監視し測定する。ここでの使用に際し誘電パラメータとは、動作条件下での誘電材料 16 の誘電特性を示すことのできるパラメータをいう。誘電材料 16 の誘電特性は、動作温度及び動作時間と共に変動し、受容し難い程度まで下がれば加熱器 12 の適正な機能に影響を及ぼしかねない。

【 0 0 1 9 】

[0020] 1 つの形態では、誘電パラメータは、誘電材料 16 を通って流れる漏れ電流の変化とすることができます。誘電材料 16 を通る漏れ電流の量は、誘電材料 16 の誘電特性、

10

20

30

40

50

絶縁耐力、又は誘電完全性の変化の指示を提供する。1つの形態では、漏れ電流又は他の電流パラメータを計測するのに一体型装置50が使用されている。一体型装置50は、加熱器12の内に配置することができるし、又は加熱器12の外の部分にリードワイヤ又はパワーピン(図示せず)と電気的に連通して配置することもできる。別の形態では、一体型装置50は、以下に更に詳細に説明されている漏れ電流監視モジュール30内に一体化することができる。一体型装置50は、一例として、マイクロレベル又はミリアンペアレベルの電流を計測する能力のあるトランスデューサーとすることができます。

#### 【0020】

[0021]したがって、誘電パラメータ測定モジュール24は、誘電材料16を通る漏れ電流を監視、計測し、漏れ電流の変化を測定するための漏れ電流監視モジュール30を含むことができる。漏れ電流監視モジュール30は漏れ電流変化を時間と温度の関数として計測し、記録する。誘電材料16の絶縁耐力及び誘電特性についての情報を提供することができる限り、本開示の範囲から逸脱することなく漏れ電流以外の何らかのパラメータを使用することができる。

#### 【0021】

[0022]診断モジュール26は、漏れ電流の変化の様な誘電パラメータを誘電パラメータ測定モジュール24から受信し、誘電パラメータに基づいて加熱器12の性能を診断する。例えば、加熱器は、900の動作温度では、それが何らかの故障の兆候を示すまでに90日の推定寿命を有するものとしよう。同じ加熱器でも、800の動作温度なら、何らかの故障の兆候を示すことなく350日を超える推定寿命を有することが可能である。そのため、診断モジュール26は、周期的又は定期的に、誘電パラメータ測定モジュール24から受信される誘電パラメータ又は漏れ電流についての情報を記憶しているプログラムに基づいて分析して加熱器内の異常を検出することができる。

#### 【0022】

[0023]診断モジュール26は、更に、加熱器内の故障についての閾値を設定する故障検出制御(FDC)モジュール34を含むことができる。加熱器動作中は、少量の漏れ電流が誘電材料16を通って流れることもある。抵抗加熱器12を高い温度で長時間に亘って動作させ続けると、漏れ電流の量は急激に増加するだろう。漏れ電流の量が閾値に達すれば、FDCモジュール34は、誘電破壊が迫っていると判定し、警告信号を生成して操作者に注意を喚起するか又は抵抗加熱器12へのパワー供給を遮断するスイッチをオンにするイネーブル信号を生成するようにすることができます。

#### 【0023】

[0024]代わりに、診断モジュール26は、漏れ電流の増加速度に基づいて抵抗加熱器12の性能を診断することもできる。漏れ電流が閾値速度より速い速度で増加している場合、診断モジュール26は加熱器12が最適なやり方で動作していないと判定することができる。その様な情報を操作者へ提供するよう然るべく信号が生成するようにすることができます。

#### 【0024】

[0025]予測モジュール28は、誘電パラメータ測定モジュール22から誘電パラメータを受信し、一定因子(K)を計算し、監視されている動作条件下での加熱器12の推定寿命を予測する。予測モジュール28は、動作温度と漏れ電流の様な誘電パラメータと時間の間の事前に記憶されている相関を含んでいてもよい。誘電パラメータは予測モジュール28へ送られ、すると予測モジュール28は誘電パラメータに基づいて一定因子(K)を計算する。次いで予測モジュール28は、所与の温度と時間での加熱器の推定寿命を該因子(K)に基づいて計算し予測する。予測モジュール28は、所与の温度及び時間での加熱器の推定寿命を動的に予測するための数式又はアルゴリズムを含んでいる。

#### 【0025】

[0026]選択的には、誘電パラメータは、更に、加熱器動作制御モジュール22へ閉ループフィードバック制御のために送るようにすることができる。フィードバックとしての誘電パラメータに基づき、加熱器動作制御モジュール22は、加熱器性能及び推定寿命を改

10

20

30

40

50

善するために、加熱器 12 の動作温度及び／又は立ち上がり／立ち下がり速度を変更することによって加熱器 12 の制御を最適化することができる。

【0026】

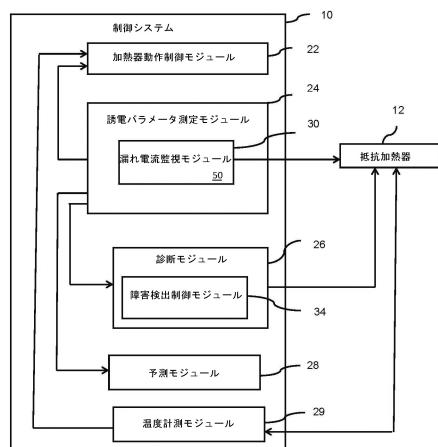
[0027] 開示は例として説明され示されている実施形態に限定されない。多岐にわたる修正形が説明されており、それ以上の修正形が当業者にとって自明の範囲にある。本説明及び図には、開示及び本特許の保護の範囲を離れることなく、これら及び更なる修正形並びに技術的等価物による何らかの置換が加えられてもよい。

【符号の説明】

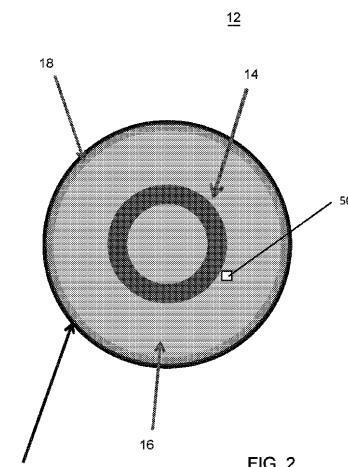
【0027】

1 0	制御システム	10
1 2	抵抗加熱器	
1 4	抵抗要素	
1 6	誘電材料	
1 8	金属シート	
2 0	保護層	
2 2	加熱器動作制御モジュール	
2 4	誘電パラメータ測定モジュール	
2 6	診断モジュール	
2 8	予測モジュール	
2 9	温度計測モジュール	20
3 0	漏れ電流監視モジュール	
3 4	障害検出制御( F D C )モジュール	
5 0	漏れ電流計測用の一体型装置	

【図 1】



【図 2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ブルメル , ロジャー

アメリカ合衆国 ミズーリ州 63401 , ハンニバル , ローズウッド ドライブ 520

(72)発明者 トンプキンス , ティモシー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95119 , サンノゼ , ヴィア デル オロ 6781

審査官 大谷 光司

(56)参考文献 特開昭51-097840 (JP, A)

実開平02-027695 (JP, U)

特開昭59-026076 (JP, A)

米国特許第05872890 (US, A)

国際公開第2014/176585 (WO, A1)

米国特許出願公開第2007/0125764 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H05B 1/00 - 3/00

G05B 23/02