

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7619829号
(P7619829)

(45)発行日 令和7年1月22日(2025.1.22)

(24)登録日 令和7年1月14日(2025.1.14)

(51)国際特許分類

F I

F 2 3 N 5/24 1 0 6 A

F 2 3 N 5/24 1 1 3 Z

請求項の数 9 (全20頁)

(21)出願番号	特願2021-30605(P2021-30605)	(73)特許権者	000006666
(22)出願日	令和3年2月26日(2021.2.26)		アズビル株式会社
(65)公開番号	特開2022-131591(P2022-131591 A)	(74)代理人	東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
(43)公開日	令和4年9月7日(2022.9.7)		100098394
審査請求日	令和5年12月26日(2023.12.26)	(74)代理人	弁理士 山川 茂樹
			100064621
		(74)代理人	弁理士 山川 政樹
		(72)発明者	石井 重樹
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
			アズビル株式会社内
		(72)発明者	鈴木 加代
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
			アズビル株式会社内
		(72)発明者	西口 純也
			東京都千代田区丸の内2丁目7番3号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 着火遅れ時間監視装置、着火遅れ時間監視プログラム、及び、着火遅れ時間監視方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

バーナを着火する着火トライアルの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間を収集するように構成された収集部と、

前記収集部により収集された複数回分の前記着火トライアルそれぞれの前記着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第1統計データとして得るように構成された解析部と、

前記第1統計データと、前記着火トライアルが複数回行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意された基準となる第2統計データとを比較し、比較結果を出力するように構成された比較部と、を備え、

前記第1統計データ及び前記第2統計データは、着火遅れ時間の階級それぞれに属する着火遅れ時間の個数の分布における最頻値を取る前記個数と、前記分布の標準偏差と、の少なくとも1つを含む統計量を含み、

前記比較部は、前記第1統計データの方が前記第2統計データよりも、前記統計量に前記個数が含まれる場合に当該個数が小さく、又は、前記統計量に前記標準偏差が含まれる場合に当該標準偏差が大きい場合に、前記バーナに供給される空気と燃料との比率である空燃比の乱れ、及び、前記バーナを着火するときに使用される点火装置のスパーク発生部の不具合の少なくとも一方を前記比較結果として出力する、ように構成されている、

着火遅れ時間監視装置。

【請求項2】

バーナを着火する着火トライアルの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間を収集するように構成された収集部と、

前記収集部により収集された複数回分の前記着火トライアルそれぞれの前記着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第1統計データとして得るように構成された解析部と、

前記第1統計データと、前記着火トライアルが複数回行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意された基準となる第2統計データとを比較し、比較結果を出力するように構成された比較部と、を備え、

前記第1統計データ及び前記第2統計データは、着火遅れ時間の階級それぞれに属する着火遅れ時間の個数の分布の標準偏差と、前記分布のピークの数と、の少なくとも1つを含む統計量を含み、

前記統計量に前記ピークの数が含まれる場合に前記第2統計データの前記ピークの数は、1つであり、

前記比較部は、前記統計量に前記標準偏差が含まれる場合に前記第1統計データの方が前記第2統計データよりも前記標準偏差が大きく、又は、前記統計量に前記ピークの数が含まれる場合に前記第1統計データの前記ピークの数が複数である場合に、前記バーナを着火するときに使用される点火装置のスパーク発生部の不具合を前記比較結果として出力するように構成されている、

着火遅れ時間監視装置。

【請求項3】

前記解析部は、前記収集部により収集された、前記バーナを備え前記着火トライアルを行う燃焼装置に不調が発生する前かつ前記複数回分の前記着火トライアルよりも前に前記燃焼装置で行われた前記複数回分と同回数分の前記着火トライアルそれぞれの前記着火遅れ時間の集合を、前記第1統計データを得るときと同じ手法で統計的に解析し、当該集合の統計データを前記第2統計データとして得るように構成されている、

請求項1又は2に記載の着火遅れ時間監視装置。

【請求項4】

前記第1統計データは、着火遅れ時間の階級それぞれに属する着火遅れ時間の個数の分布を示す第1分布データを含み、

前記第2統計データは、着火遅れ時間の階級それぞれに属する着火遅れ時間の個数の分布を示す第2分布データを含む、

請求項1～3のいずれかに記載の着火遅れ時間監視装置。

【請求項5】

前記比較部は、

第1軸を着火遅れ時間の階級とし、第2軸を着火遅れ時間の個数として、前記第1分布データと前記第2分布データとを互いに関連付けてグラフ化することで、前記第1統計データと前記第2統計データとを比較し、

互いに関連付けられてグラフ化された前記第1分布データ及び前記第2分布データの各グラフを前記比較結果として出力する、ように構成されている、

請求項4に記載の着火遅れ時間監視装置。

【請求項6】

前記第1統計データ及び前記第2統計データは、前記着火遅れ時間の平均値を含み、

前記比較部は、前記第1統計データの方が前記第2統計データよりも前記平均値が短い場合に、前記着火検出に使用される火炎検出器の配置不良、前記火炎検出器の不具合、及び、前記バーナに供給される空気と燃料との比率である空燃比の乱れの少なくとも1つを前記比較結果として出力する、ように構成されている、

請求項1～5のいずれかに記載の着火遅れ時間監視装置。

【請求項7】

コンピュータを請求項1又は2に記載の着火遅れ時間監視装置として機能させる着火遅れ時間監視プログラム。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

バーナを着火する複数回分の着火トライアルそれぞれの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第 1 統計データとして得る解析ステップと、

前記第 1 統計データと、前記着火トライアルが複数回行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意された基準となる第 2 統計データとを比較し、比較結果を得る比較ステップと、を備え、

前記第 1 統計データ及び前記第 2 統計データは、着火遅れ時間の階級それぞれに属する着火遅れ時間の個数の分布における最頻値を取る前記個数と、前記分布の標準偏差と、の少なくとも 1 つを含む統計量を含み、

前記比較ステップでは、前記第 1 統計データの方が前記第 2 統計データよりも、前記統計量に前記個数が含まれる場合に当該個数が小さく、又は、前記統計量に前記標準偏差が含まれる場合に当該標準偏差が大きい場合に、前記バーナに供給される空気と燃料との比率である空燃比の乱れ、及び、前記バーナを着火するときに使用される点火装置のスパーク発生部の不具合の少なくとも一方を前記比較結果として得る、

着火遅れ時間監視方法。

【請求項 9】

バーナを着火する複数回分の着火トライアルそれぞれの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第 1 統計データとして得る解析ステップと、

前記第 1 統計データと、前記着火トライアルが複数回行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意された基準となる第 2 統計データとを比較し、比較結果を得る比較ステップと、を備え、

前記第 1 統計データ及び前記第 2 統計データは、着火遅れ時間の階級それぞれに属する着火遅れ時間の個数の分布の標準偏差と、前記分布のピークの数と、の少なくとも 1 つを含む統計量を含み、

前記統計量に前記ピークの数が含まれる場合に前記第 2 統計データの前記ピーク数は、1 つであり、

前記比較ステップでは、前記統計量に前記標準偏差が含まれる場合に前記第 1 統計データの方が前記第 2 統計データよりも前記標準偏差が大きく、又は、前記統計量に前記ピークの数が含まれる場合に前記第 1 統計データの前記ピーク数が複数である場合に、前記バーナを着火するときに使用される点火装置のスパーク発生部の不具合を前記比較結果として得る、

着火遅れ時間監視方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バーナを着火する着火トライアルの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間を監視する、着火遅れ時間監視装置、着火遅れ時間監視プログラム、及び、着火遅れ時間監視方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃焼装置等では、バーナを着火する着火トライアルが実行される。特許文献 1 には、この着火トライアルの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間を計測し、計測した着火遅れ時間が所定範囲から外れたときに、燃焼装置が不調であると判定する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019-60570 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献1に記載の技術も有用であるが、例えば、ユーザが燃焼装置の不調の傾向（不調が発生する傾向にある旨など）を適切に把握することは困難である。また、この技術では、例えば、不調に由来しない突発的な事象により着火遅れ時間が所定範囲から外れたにも、燃焼装置が不調と判定されてしまう。以上のように、上記特許文献1に記載の技術では、ユーザが燃焼装置の不調を適切に把握できるとは言い難い。

【0005】

本発明は、ユーザが燃焼装置の不調を適切に把握できる、着火遅れ時間監視装置、着火遅れ時間監視プログラム、及び、着火遅れ時間監視方法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】

【0006】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点に係る着火遅れ時間監視装置は、バーナを着火する着火トライアルの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間を収集するように構成された収集部と、前記収集部により収集された所定回数分の前記着火トライアルそれぞれの前記着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第1統計データとして得るように構成された解析部と、前記第1統計データと、着火トライアルが前記所定回数分行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意される、上記第1統計データとは異なりかつ基準となる第2統計データとを比較し、比較結果を出力するように構成された比較部と、を備える。

【0007】

前記解析部は、前記収集部により収集された、前記燃焼装置の初期の前記所定回数分の前記着火トライアルそれぞれの前記着火遅れ時間の集合を、前記第1統計データを得るときと同じ手法で統計的に解析し、当該集合の統計データを前記第2統計データとして得るように構成されている、ようにしてもよい。

【0008】

前記第1統計データは、前記着火遅れ時間ごとにその着火遅れ時間となった前記着火トライアルの回数の分布を示す第1分布データを含み、前記第2統計データは、前記着火遅れ時間ごとにその着火遅れ時間となった前記着火トライアルの回数の分布を示す第2分布データを含む、ようにしてもよい。

【0009】

前記比較部は、第1軸を着火遅れ時間とし、第2軸を着火トライアルの回数として、前記第1分布データと前記第2分布データとを互いに関連付けてグラフ化することで、前記第1統計データと前記第2統計データとを比較し、互いに関連付けられてグラフ化された前記第1分布データ及び前記第2分布データの各グラフを前記比較結果として出力する、ように構成されている、ようにしてもよい。

【0010】

前記第1統計データと前記第2統計データとは、前記着火遅れ時間の分布を表す統計量を含み、前記比較部は、前記第1統計データに含まれる前記統計量と前記第2統計データに含まれる前記統計量とを比較することで前記燃焼装置の不調の有無及び不調があった場合のその不調の種類を推定し、推定の結果を前記比較結果として出力するように構成されている、ようにしてもよい。

【0011】

前記燃焼装置は、前記バーナを着火するときに使用される点火装置を備え、前記統計量は、前記着火遅れ時間の平均値と、前記着火遅れ時間ごとにその着火遅れ時間となった前記着火トライアルの回数分布の最頻値と、前記回数分布の標準偏差と、を含み、前記比較部は、前記第1統計データの方が前記第2統計データよりも、前記平均値が長く、前記最頻値が小さく、かつ、前記標準偏差が大きい場合に、前記バーナに供給される空気と燃料との比率である空燃比の乱れ、及び、前記点火装置のスパーク発生部の不具合の少なくと

10

20

30

40

50

も一方を前記不調の種類と推定する、ように構成されている、ようにしてもよい。

【0012】

前記燃焼装置は、前記バーナを着火するときに使用される点火装置を備え、前記統計量は、前記着火遅れ時間ごとにその着火遅れ時間となった前記着火トライアルの回数分布の標準偏差と、前記回数分布のピークの数と、を含み、前記基準統計データに含まれる前記ピーク数は、1つであり、前記比較部は、前記第1統計データの方が前記第2統計データよりも前記標準偏差が大きく、前記第1統計データに含まれる前記ピーク数が複数である場合に、前記点火装置のスパーク発生部の不具合を前記不調の前記種類と推定する、ように構成されている、ようにしてもよい。

【0013】

前記燃焼装置は、前記着火検出に使用される火炎検出器を備え、前記統計量は、前記着火遅れ時間の平均値を含み、前記比較部は、前記第1統計データの方が前記第2統計データよりも前記平均値が短い場合に、前記火炎検出器の配置不良、及び、前記火炎検出器の不具合及び空燃比の乱れ（ガスリッチ）、の少なくとも一方を前記不調の前記種類と推定する、ように構成されている、ようにしてもよい。

【0014】

本発明の第2の観点に係る着火遅れ時間監視プログラムは、コンピュータに、バーナを着火する着火トライアルの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間を収集するように構成された収集ステップと、前記収集ステップにより収集された所定回数分の前記着火トライアルそれぞれの前記着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第1統計データとして得るように構成された解析ステップと、前記第1統計データと、着火トライアルが前記所定回数分行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意される、上記第1統計データとは異なりかつ基準となる第2統計データとを比較し、比較結果を出力するように構成された比較ステップと、を実行させる。

【0015】

本発明の第3の観点に係る着火遅れ時間監視方法は、バーナを着火する所定回数分の着火トライアルそれぞれの着火指示から着火検出までの着火遅れ時間の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第1統計データとして得る解析ステップと、前記第1統計データと、着火トライアルが前記所定回数分行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意される、上記第1統計データとは異なりかつ基準となる第2統計データとを比較し、比較結果を得る比較ステップと、を備える。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、ユーザが燃焼装置の不調を適切に把握できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係る着火遅れ時間監視装置を有する燃焼システムの構成図である。

【図2】図2は、燃焼システムで実行される燃焼シーケンスのタイミングチャートである。

【図3】図3は、着火遅れ時間監視装置のハードウェア構成図である。

【図4】図4は、着火遅れ時間監視装置の構成図である。

【図5】図5は、分布データの構成例を示す図である。

【図6】図6は、図5の分布データをグラフ化した図である。

【図7】図7は、直近統計データの直帰分布データ及び基準統計データの基準分布データのグラフである。

【図8】図8は、直近統計データの直帰分布データ及び基準統計データの基準分布データのグラフである。

【図9】図9は、直近統計データの直帰分布データ及び基準統計データの基準分布データのグラフである。

【図10】図10は、変形例に係る比較部の処理内容を示した図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態及びその変形例について、図面を参照して説明する。

【0019】

(実施形態)

図1に示すように、本発明の一実施形態に係る着火遅れ時間監視装置20は、燃焼システム10に使用され、燃焼システム10における後述の着火遅れ時間Tdを監視する。燃焼システム10は、着火遅れ時間監視装置20の他、燃焼を行う燃焼装置30と、燃焼装置30を制御する燃焼制御装置70と、を備えている。この実施の形態では、着火遅れ時間Tdの変化をユーザに把握させることで、ユーザに燃焼装置30の不調を適切に把握させるために、着火遅れ時間Tdが監視される。「不調」とは、燃焼装置30が運転不可となる前の燃焼装置30が動作可能な程度の異常つまり軽度の異常をいう。以下、燃焼装置30及び燃焼制御装置70を先に説明してから着火遅れ時間監視装置20について説明する。

10

【0020】

燃焼装置30は、燃焼機器40と、燃料供給系統50と、空気供給系統60と、制御モータMと、高開度位置センサHSと、低開度位置センサLSと、を備えている。

【0021】

燃焼機器40は、燃焼室R内で燃料ガスを燃焼させる。燃焼機器40は、燃焼室Rを形成する燃焼炉41と、燃料ガスを燃焼させて燃焼室R内を加熱するメインバーナ42と、燃料ガスを燃焼させてメインバーナ42を点火するパイロットバーナ43と、パイロットバーナ43を点火する点火装置（イグナイター）44と、を備えている。点火装置44により点火されたパイロットバーナ43は、メインバーナ42の着火に使用される。このため、点火装置44は、メインバーナ42を着火するときに使用される装置ともいえる。点火装置44は、放電電極等のスパーク発生部44Aを備える。燃焼機器40は、さらに、バーナより具体的にはメインバーナ42及びパイロットバーナ43の火炎の活発度を検出する火炎検出器45と、燃焼室R内の温度を検出する温度センサ46と、を備えている。火炎の活発度は、火炎がどの程度活発に発生しているかを示す度合いであり、ここでは、火炎の強度である。

20

【0022】

燃料供給系統50は、外部からの燃料ガスを燃焼機器40に供給する。燃料供給系統50は、燃焼機器40に供給される燃料ガスが流れる燃料流路51を備えている。燃料流路51は、外部から燃料ガスが供給される主流路51Aと、主流路51Aが分岐した第1流路51Bおよび第2流路51Cと、を含む。第1流路51Bはメインバーナ42に接続され、第2流路51Cはパイロットバーナ43に接続されている。

30

【0023】

燃料供給系統50は、さらに、主流路51Aに設けられたガス圧スイッチ52と、第1流路51Bに設けられた安全遮断弁であるメインバルブ54A及び54Bと、第2流路51Cに設けられた安全遮断弁であるパイロットバルブ54C及び54Dと、を備える。ガス圧スイッチ52は、外部から供給される燃料ガスの圧力が所定の圧力以上であるときにONとなる。メインバルブ54A及び54Bは、第1流路51Bを開閉する。パイロットバルブ54C及び54Dは、第2流路51Cを開閉する。燃料供給系統50は、主流路51Aに設けられた燃料流量調整用のダンパ55も備える。

40

【0024】

空気供給系統60は、燃焼機器40に空気を供給する。空気供給系統60は、燃焼機器40に供給される空気が流れる空気流路61と、空気流路61に空気を供給するブロワ62と、を備えている。空気流路61は、ブロワ62に接続された主流路61Aと、主流路61Aが分岐した第1流路61B及び第2流路61Cと、を備える。第1流路61Bは、メインバーナ42に接続されている。第2流路61Cは、パイロットバーナ43に接続されている。

50

【0025】

空気供給系統60は、さらに、主流路61Aに設けられ、ブロワ62からの空気の風圧が所定の風圧以上であるときにONとなる風圧スイッチ63も備える。空気供給系統60は、さらに、主流路61Aに設けられた空気流量調整用のダンパ65を備える。

【0026】

燃料又は空気流量調整用のダンパ55及び65は、制御モータMにより、リンケージして駆動され、燃料流路51及び空気流路61の開度を制御する。リンケージによる駆動により、ダンパ55及び65の各開度は、メインバーナ42に供給される燃料と空気との比である空燃比が所望の比率（燃焼に理想的な比率）を維持するように制御される。ダンパ55及び65の各開度によって、メインバーナ42に供給される燃料及び空気の量が調整され、これにより、各バーナの火炎の活発度が調整され、それにより燃焼室Rを加熱する加熱温度が制御される。

10

【0027】

高開度位置センサHSは、ダンパ55及び65の開度位置が所定の高開度位置へ達したことを検出する。低開度位置センサLSは、ダンパ55及び65の開度位置が所定の低開度位置へ達したことを検出する。各センサHS及びLSは、ダンパ55及び65の開度位置が高開度位置又は低開度位置に達したときにONとなる。

【0028】

燃焼制御装置70は、PLC（Programmable Logic Controller）、パーソナルコンピュータ等の各種のコンピュータからなる。燃焼制御装置70は、バーナコントローラとも呼ばれる。燃焼制御装置70は、ガス圧スイッチ52、風圧スイッチ63、高開度位置センサHS、及び、低開度位置センサLSなどの状態（ON/OFF）を監視する。燃焼制御装置70には、火炎検出器45及び温度センサ46などからの各種信号が入力される。燃焼制御装置70は、監視結果及び各種信号に基づいて、点火装置44、メインバルブ54A及び54B、パイロットバルブ54C及び54D、ブロワ62、及び、ダンパ55及び65などを制御する。

20

【0029】

燃焼制御装置70は、予め定められた燃焼シーケンスに沿って燃焼装置30の運転を制御する。この燃焼シーケンスは、「スタートチェック」、「プレパージ」、「点火待ち」、「パイロット点火」、「パイロットオンリー」、「メイン着火」、「メインオンリー」（「メイン安定」ともいう。）、「定常燃焼」といった段階を含む。

30

【0030】

図2に、燃焼装置30の起動から定常燃焼に至るまでの燃焼シーケンスのタイムチャートを示す。燃焼制御装置70は、外部から起動入力（チャートAのt1点）があると、ブロワ62を制御して空気流路61への空気の送風を開始し（チャートBのt1点）、制御モータMに対して開方向への駆動指令を送る（チャートDのt1点）。開方向への駆動指令によりダンパ55及び65が開かれる。

【0031】

そして、ブロワ62からの空気の供給による風圧が所定の風圧に達すると、風圧スイッチ63がONとなる（チャートCのt2点）。t1点からt2点までの期間P1が「スタートチェック」の時間帯である。

40

【0032】

燃焼制御装置70は、風圧スイッチ63がONとなり、かつ、高開度位置センサHSがダンパ55及び65の開度位置が高開度位置に達したことを検出してONとなると（チャートEのt3点）、この時点を起点としてプレパージ時間の計時を開始する。

【0033】

燃焼制御装置70は、プレパージ時間の経過後、制御モータMへ閉方向への駆動指令を送る（チャートDのt4点）。これにより、ダンパ55及び65が閉じる方向に動作する。t3点からt4点までの期間P2が「プレパージ」の時間帯である。

【0034】

50

燃焼制御装置 70 は、低開度位置センサ LS がダンパ 55 及び 65 の開度位置が低開度位置に達したことを検出して ON になると（チャート F の t5 点）、所定の待ち時間の経過後、パイロットバルブ 54C 及び 54D を開とし（チャート G の t6 点）、点火装置 44 を作動させる（チャート H の t6 点）。所定の待ち時間は、例えば、低開度位置の検出後、燃料ガスの供給が開始されて、ガス圧スイッチ 52 が ON となるまでの時間などである。t4 点から t6 点までの期間 P3 が「点火待ち」の時間帯である。

【0035】

パイロットバルブ 54C 及び 54D が開となることで、パイロットバーナ 43 に燃料供給系統 50 から燃料ガスが供給され、パイロットバーナ 43 は燃料ガスを噴出する。この状態で、点火装置 44 が作動すると、点火装置 44 のスパーク発生部 44A から点火スパークが発生し、この点火スパークがパイロットバーナ 43 から噴出する燃料を点火する。これにより、パイロットバーナ 43 が点火される。この実施の形態では、空気供給系統 60 から燃料ガスの燃焼に必要な空気もパイロットバーナ 43 に供給され、パイロットバーナ 43 から噴射される。燃料供給系統 50 及び空気供給系統 60 は、上記のようにダンパ 55 及び 65 が低開度位置であるときに、パイロットバーナ 43 に供給される燃料及び空気の空燃比が前記所望の比率（燃焼に理想的な比率）となるように構成されている。パイロットバーナ 43 は、周囲の空気により点火するように構成されてもよい。

【0036】

パイロットバーナ 43 の点火は、火炎検出器 45 により検出される。火炎検出器 45 は、パイロットバーナ 43 の火炎の活発度を示す検出信号を燃焼制御装置 70 に出力する。燃焼制御装置 70 は、検出信号が示す火炎の活発度が所定の第 1 閾値を超えたと判別したときに、パイロットバーナ 43 の点火を検出する。ここでは、チャート I に示すように、t7 点でパイロットバーナ 43 が点火され、この点火が検出されたものとする。

【0037】

燃焼制御装置 70 は、パイロットバーナ 43 の点火を検出した場合、点火装置 44 の作動つまり点火スパークの発生を終了させる（チャート H の t8 点）。点火装置 44 を差動させている t6 点から t8 点までの期間 P4 が「パイロット点火」の時間帯である。燃焼制御装置 70 は、パイロットバーナ 43 の点火を所定期間検出できなかった場合には、タイムオーバーとして当該燃焼シーケンスを中止する。

【0038】

燃焼制御装置 70 は、パイロットバーナ 43 の点火を検出して点火装置 44 の作動を終了させたあと、t9 点までの所定期間の間待機する。この所定期間つまり t8 点から t9 点までの期間 P5 がパイロットバーナ 43 を単独で燃焼させる「パイロットオンリー」の時間帯である。「パイロットオンリー」において、燃焼制御装置 70 は、火炎検出器 45 からの検出信号に基づいてパイロットバーナ 43 の火炎の活発度を監視する。燃焼制御装置 70 は、上記所定期間中に、火炎の活発度が所定の強さ以下となったときに、パイロットバーナ 43 が失火したとして燃焼シーケンスを中止する。

【0039】

上記所定期間の経過後、燃焼制御装置 70 は、メインバルブ 54A 及び 54B を開とする（チャート J の t9 点）。メインバルブ 54A 及び 54B が開となることで、メインバーナ 42 への燃料の供給が開始される。メインバーナ 42 には、空気供給系統 60 から空気も供給される。空気及び燃料が供給された状態のメインバーナ 42 は、燃料及び空気を噴出し、パイロットバーナ 43 の火炎を種火として着火する。火炎検出器 45 は、メインバーナ 42 及びパイロットバーナ 43 の各火炎の活発度の和を示す検出信号を燃焼制御装置 70 に出力する。燃焼制御装置 70 は、検出信号が示す火炎の活発度の和が所定の第 2 閾値を超えたと判別したときに、メインバーナ 42 が着火したと判別する。ここでは、チャート K に示すように、t10 点でメインバーナ 42 が着火され、この着火が検出されたものとする。

【0040】

燃焼制御装置 70 は、メインバーナ 42 の着火を検出すると、パイロットバルブ 54C

10

20

30

40

50

及び 5 4 D を閉じて、パイロットバーナ 5 4 の燃焼を終了させる（チャート G 及び I の t 1 1 点参照）。t 9 点から t 1 1 点までの期間 P 6 がメインバーナ 4 2 を着火する「メイン着火」の時間帯である。

【0041】

燃焼制御装置 7 0 は、メインバーナ 4 2 の着火を検出してパイロットバルブ 5 4 C 及び 5 4 D を閉じたあと、t 1 2 点までの所定期間の間待機する。この所定期間つまり t 1 1 点から t 1 2 点までの期間 P 7 がメインバーナ 4 2 を単独で燃焼させる「メインオンリー」の時間帯である。「メインオンリー」において、燃焼制御装置 7 0 は、火炎検出器 4 5 からの検出信号に基づいてメインバーナ 4 2 の火炎の活発度を監視する。燃焼制御装置 7 0 は、前記の所定期間中に、火炎の活発度が所定の強さ以下となったときに、メインバーナ 4 2 が失火したとして燃焼シーケンスを中止する。

10

【0042】

燃焼制御装置 7 0 は、上記の所定期間の待機後、温度センサ 4 6 から供給される検出信号が示す燃焼室 R 内の温度をフィードバック値として、当該温度が目標値となるように、制御モータ M をフィードバック制御することを開始する（チャート D の t 1 2 点）。t 1 2 点以降は、メインバーナ 4 2 を定常燃焼させる「定常燃焼」の期間である。定常燃焼でのフィードバック制御の具体的方法は任意であるが、例えば、比例制御（P 制御）、比例・積分制御（P I 制御）、又は、比例・積分・微分制御（P I D 制御）が採用される。燃焼制御装置 7 0 は、定常燃焼中、ガス圧スイッチ 5 2 又は風圧スイッチ 6 3 が O F F となったときには、異常が発生したとして、定常燃焼を中止する。

20

【0043】

燃焼シーケンスにおける、「パイロット点火」から「メインオンリー」までの各段階を少なくとも含むシーケンスを着火トライアルともいう。燃焼制御装置 7 0 は、このような着火トライアルで要した着火遅れ時間 T d を計測する。着火遅れ時間 T d は、点火装置 4 4 を差動させる信号を燃焼制御装置 7 0 から点火装置 4 4 に供給したタイミングつまり着火指示のタイミングである t 6 点を始点とする。着火遅れ時間 T d は、メインバーナ 4 2 の着火を火炎検出器 4 5 からの検出信号に基づいて検出したタイミングつまり着火検出のタイミングである t 1 0 点を終点とする。着火遅れ時間 T d は、着火トライアルが実行されるごとに燃焼制御装置 7 0 により計測され、着火遅れ時間監視装置 2 0 に出力される。

【0044】

さらに、燃焼制御装置 7 0 は、燃焼シーケンスにおける、火炎検出器 4 5 からの検出信号が示す火炎の活発度の時間変化も記憶する。検出信号は、ここでは、火炎の活発度に応じて電圧値が変化する電圧信号とするが、火炎の活発度に応じて電流値が変化する電流信号であってもよい。また、火炎検出器 4 5 が、火炎からの紫外線等の電磁波を受光したときに放電することで火炎の活発度を検出する場合、当該火炎の活発度は、火炎検出器 4 5 における単位時間当たりの放電回数によりあらわされてもよい。前記の電圧信号をフレーム電圧 V F ともいい、前記の電流信号をフレーム電流 I F ともいう。以下の説明でのフレーム電圧 V F 及びその電圧値は、フレーム電流 I F 及びその電流値に変更することができる。燃焼制御装置 7 0 は、火炎検出器 4 5 からの検出信号をアナログデジタル変換し、フレーム電圧 V F の電圧値の時間変化を火炎活発度データとして記憶する。火炎活発度データにおける前記の電圧値が、火炎の活発度を表している。燃焼制御装置 7 0 は、記憶した火炎活発度データを着火遅れ時間監視装置 2 0 に出力する。

30

40

【0045】

次に着火遅れ時間監視装置 2 0 について説明する。着火遅れ時間監視装置 2 0 は、着火遅れ時間を監視する処理を行うパーソナルコンピュータ等の各種のコンピュータを含んで構成されている。着火遅れ時間監視装置 2 0 は、図 3 に示すように、C P U（Central Processing Unit）等のプロセッサ 2 1 と、プロセッサ 2 1 のメインメモリとして機能する R A M（Random Access Memory）2 2 と、プロセッサ 2 1 により実行するプログラムを記憶する記憶装置 2 3 と、を備える。記憶装置 2 3 には、後述の着火遅れ時間データ群、基準統計データ、直近統計データ、及び、火炎活発度データ群も記憶する。着火遅れ時

50

間監視装置 20 は、さらに、後述の各種画面を表示するディスプレイ 24 と、ユーザにより操作される操作装置 25 と、プロセッサ 21 が燃焼制御装置 70 と通信を行うための通信モジュール 26 と、を備える。

【0046】

この実施の形態では、プロセッサ 21 は、記憶装置 23 に記憶されたプログラムを実行することにより、図 4 に示す、収集部 21A、解析部 21B、比較部 21C、及び、火炎活発度処理部 21D として動作する。

【0047】

収集部 21A は、燃焼制御装置 70 と通信モジュール 26 を介して通信し、燃焼制御装置 70 が順次出力する着火遅れ時間 Td 及び火炎活発度データを順次取得することで着火遅れ時間 Td 及び火炎活発度データを収集する。収集部 21A は、順次取得した着火遅れ時間 Td 及び火炎活発度データを、取得順序つまりその着火トライアルの実行順序を特定可能に記憶装置 23 に格納する。収集部 21A により収集されて記憶装置 23 に格納された着火遅れ時間 Td の集合が、図 3 の着火遅れ時間データ群である。また、記憶装置 23 に格納された火炎活発度データの集合が火炎活発度データ群である。

【0048】

図 4 に示す解析部 21B は、燃焼装置 30 の初期に行われた所定回数分の着火トライアルそれぞれの着火遅れ時間 Td の集合を記憶装置 23 の着火遅れ時間データ群から取得する。解析部 21B は、取得した着火遅れ時間 Td の集合を統計的に解析する。解析部 21B は、この解析により得られる、この集合の統計データを後述の直近統計データと比較される基準となる基準統計データとして記憶装置 23 に格納する。

【0049】

前記の所定回数は、統計的な解析に必要な、予め定められた任意の複数回数であればよいが、ここでは、50 回とする。初期の所定回数とは、例えば、燃焼装置 30 が製造されたあと最初に行われる着火トライアルを 1 回目とした 1～50 回目をいう。製造は、燃焼装置 30 を補修、修理、改造、交換することで、当該燃焼装置 30 が新しくなることも含む。この 1～50 回目の着火トライアルは、燃焼装置 30 の製造後の動作テストにおける着火トライアルを含んでもよい。また、初期の所定回数は、燃焼装置 30 が販売され、ユーザが指定する箇所に設置したあと最初に行われる着火トライアルを 1 回目とした 1～50 回目でもよい。前記所定回数の 1 回目等の基準統計データの登録のタイミング等は、ユーザにより指定されてもよい。基準統計データは、燃焼装置 30 に不調が発生する前に行われた着火トライアルの複数個の着火遅れ時間 Td に基づいて生成されればよい。

【0050】

解析部 21B による統計的解析では、予め設定された同じ階級に属する着火遅れ時間 Td の個数を度数としてカウントする。基準統計データは、図 5 に示すような、着火遅れ時間 Td の階級それぞれに属する着火遅れ時間 Td の個数の分布を示す分布データを含む。当該分布データを、以下では基準分布データともいう。前記の階級は、着火遅れ時間 Td の値そのものであってもよい。例えば、着火遅れ時間 Td が、1 秒単位で特定され、小数点以下は四捨五入される場合、着火遅れ時間 Td がとることができる、1 秒、2 秒、3 秒・・・の各数値を、着火遅れ時間 Td の階級として扱ってもよい。この場合、正確には、1 秒に対して、0.5 秒以上 1.5 秒未満の範囲が階級といえ、前記の 1, 2, 3・・・の各秒は階級値ともいえる。

【0051】

図 5 に示す分布データを、横軸を着火遅れ時間 Td の階級、縦軸を着火遅れ時間 Td の個数（度数）としてグラフ化すると、図 6 に示すようなグラフ（度数折れ線）となる。なお、図 6 のグラフの黒丸は階級の階級値に付されている。図 6 のように、基準分布データのグラフは、横軸方向の幅の狭いつまり標準偏差の小さいガウシアン分布を有する。

【0052】

解析部 21B は、基準分布データの生成後、着火遅れ時間データ群を構成する着火遅れ時間のうち直近に行われた前記所定回数分（上述のように 50 回分）の着火トライアルそ

10

20

30

40

50

それぞれの着火遅れ時間 T_d の集合を統計的に解析する。解析部 21B は、この解析により得られる、この集合の統計データを直近統計データとして記憶装置 23 に格納する。直近の所定回数分の着火トライアルは、最新～50 回前まで遡った 50 回分の着火トライアルである。解析は、基準統計データを得るときに行われる手法と同じ手法で行われる。

【0053】

前記の解析により得られる直近統計データは、基準統計データと同様に、着火遅れ時間 T_d の階級それぞれに属する着火遅れ時間 T_d の個数の分布を示す分布データを含む。当該分布データは、直近分布データともいう。直近の所定回数分の着火トライアルがすべてで不調が生じていない場合、横軸を着火遅れ時間、縦軸を着火トライアルの回数とした直近分布データのグラフは、基準分布データのグラフと同様の形状となる。

10

【0054】

なお、記憶部 23 には、最新 50 個の着火遅れ時間 T_d のみが格納され、新しい着火遅れ時間 T_d は、古い着火遅れ時間 T_d に上書きされてもよい。この場合、着火遅れ時間が 50 個溜まった任意のタイミングで、基準統計データが生成され、その後、ユーザが指定したタイミング（例えば、後述の比較結果が欲しいとき）で直近統計データが生成されてもよい。

【0055】

比較部 21C は、解析部 21B により得られた、直近統計データと基準統計データとを比較し、比較結果を出力する。比較部 21C は、ここでは、図 7～図 9 に模式的に示すように、横軸を着火遅れ時間 T_d の階級、縦軸を着火遅れ時間 T_d の個数（度数）として、直近統計データの直近分布データと、基準統計データの基準分布データと、を互いに関連付けてグラフ化することで直近統計データと基準統計データとを比較する。なお、詳細は後述するが、図 7～図 9 は、燃焼装置 30 に不調が生じたときのグラフを示している。図 7～図 9 では、共通の座標平面に各分布データをグラフ化することで、各分布データが互いに関連付けられている。比較部 21C は、グラフ化した直近分布データ及び基準分布データのグラフを、直近統計データと基準統計データとの比較結果としてディスプレイ 24 に出力し、当該グラフをディスプレイ 24 に表示する。

20

【0056】

燃焼装置 30 の使用期間が長くなると経年劣化等で燃焼装置 30 に不調が生じることがある。この不調は、着火遅れ時間 T_d の変化となって現れ、直近分布データのグラフの形が、基準分布データのグラフの形と異なってくる。

30

【0057】

燃焼装置 30 に不調が生じると、直近分布データのグラフの形状は、不調の種類に応じて図 7～図 9 に示すように変化する。

【0058】

図 7 では、直近分布データのグラフが、基準分布データのグラフに比べて、全体的に着火遅れ時間 T_d が長い方向にシフトしており、かつ、大きな標準偏差を有する。このような不調としては、（１）メインバーナ 42 及びパイロットバーナ 43 に供給される空気と燃料ガスとの比率つまり空燃比の乱れ、及び、（２）点火装置 44 のスパーク発生部 44A が曲がるなどするスパーク発生部 44A の不具合が挙げられる。上記（１）では、メインバーナ 42 及び又はパイロットバーナ 43 で空燃比がガスリッチ又は空気リッチになる。これにより、各バーナ 42 又は 43 の点火又は着火のタイミングが安定せず、着火遅れ時間 T_d が長くなる傾向となる。また、上記（２）では、点火スパークのエネルギーが小さくなることによりパイロットバーナ 43 の点火のタイミングが遅れ、結果的にメインバーナ 42 の着火のタイミングが遅れる。また、上記（１）ほどでない空燃比のわずかな乱れも着火遅れに繋がる。このように、直近分布データのグラフは、不調が上記（１）又は（２）である場合には、図 7 のようになる。図 7 のような比較結果を確認したユーザは、上記（１）又は（２）のいずれかが生じていると推定することができる。

40

【0059】

上記（１）と（２）のうち、（１）では、空燃比の乱れにより、メインバーナ 42 での

50

燃焼が完全ではない。従って、メインバーナ４２の火炎が正常時に比べて弱くなる。他方、上記（２）では、空燃比の乱れはないので、火炎自体が弱くなるようなことはない。そこで、ユーザは、図７のような比較結果を得た場合、操作装置２５（図３）を操作して火炎活発度データの読み出しを指示する。このような場合、図４に示す火炎活発度処理部２１Ｄは、初期の着火トライアルで得られた火炎活発度データと、直近の着火トライアルで得られた火炎活発度データとに基づいて、各火炎活発度データにおける任意の時点での火炎の活発度をディスプレイ２４に表示する。ユーザは、この電圧値が初期に比べて直近の方が低ければ、不調の原因が上記（１）の空燃比の乱れにあると推定できる。空燃比の乱れは、ダンパ５５及び６５の不調、ブロワ６２の不調などを原因として発生する。ユーザは、前記の推定に基づいてダンパ５５及び６５、ブロワ６２などを点検することができる。

【００６０】

10

図８の直近分布データのグラフと基準分布データのグラフとを比べると、基準分布データのグラフの山のピークの数１つであるが、直近分布データのピーク数は複数である。さらに、直近分布データの方が、標準偏差が大きい。このような不調としては、（３）点火装置４４のスパーク発生部４４Ａに煤が付着したことなどによる絶縁不良といったスパーク発生部４４Ａの不具合が挙げられる。このような不調があると、点火装置４４のスパーク発生部４４Ａの放電タイミングが安定せず点火が遅れ気味となり、グラフの標準偏差が広がり、グラフの山のピークが複数現れる。このような比較結果を確認したユーザは、図８のような比較結果を確認したユーザは、上記（３）の不調が生じていると推定することができる。

20

【００６１】

図９では、直近分布データのグラフが、基準分布データのグラフに比べて、全体的に着火遅れ時間Ｔｄが短い方にシフトしている。このような不調の原因としては、（４）火炎検出器４５の配置不良、（５）偽放電などの火炎検出器４５の不具合、（６）空燃比の乱れ（ガスリッチ）が挙げられる。偽放電は、火炎検出器４５が火炎からの電磁波（例えば、紫外線）を検出する放電管を有する場合に生じる。放電管は、電磁波が入射されると放電を生じさせるが、経年劣化等により、電磁波が入射されないときも放電を生じることがある。この放電を偽放電という。上記（４）は、火炎検出器４５の位置及び向きが悪く、点火スパークを検出しているケースなどが挙げられる。上記（６）は、空燃比において、燃焼ガスの比率が高まったときの乱れである。図９のような比較結果を確認したユーザは、上記（４）（５）、又は（６）のいずれかの不調が生じていると推定することができる。

30

【００６２】

なお、上記の偽放電では、火炎検出器４５が検出した火炎の活発度が時間変化に伴って振幅する。他方、上記（４）の配置不良ではそのような振幅は生じない。そこで、ユーザは、図９のような比較結果を得た場合、操作装置２５を操作して火炎活発度データの読み出しを指示する。このような場合、図４に示す火炎活発度処理部２１Ｄは、直近の着火トライアルで得られた火炎活発度データに基づいて、フレイム電圧ＶＦの電圧値の時間変化を火炎の活発度の時間変化としてディスプレイ２４に表示する。ユーザは、この火炎の活発度が大きく振幅していれば、不調の原因が上記（５）にあると推定できる。

【００６３】

40

以上の通り、本実施の形態では、着火遅れ時間Ｔｄの集合を統計的に解析して得られた直近統計データ（第１統計データ）と、基準となる基準統計データ（第２統計データ）との比較結果として、直近統計データと基準統計データとのそれぞれが含む直近分布データ及び基準分布データの各グラフを横軸及び縦軸を共通とした形で重畳して表示する。これにより、ユーザは、両グラフの形状を確認することで、燃焼装置３０の不調の有無といった不調の傾向を把握することができる。ここで、この実施の形態では、複数回の着火トライアルそれぞれの着火遅れ時間Ｔｄの集合を統計的に解析して得られる統計データを用いた比較が行われるので、着火遅れ時間Ｔｄの変化の傾向が比較結果に反映されやすい。従って、ユーザは、比較結果を確認することで、燃焼装置３０に不調が生じ始めていることつまり不調が発生する傾向にある旨といった不調の傾向を素早く把握できる。また、燃焼

50

装置 30 の不調に由来しない突発的な事象により着火遅れ時間 T_d が大きく変化したとしても、この影響が統計的解析により軽減されるので、ユーザは、燃焼装置 30 の不調の有無を高い確度で把握できる。以上のように、本実施の形態によれば、ユーザは、比較結果つまり、直近分布データ及び基準分布データの各グラフを見ることにより、燃焼装置 30 の不調を適切に把握することができる。

【0064】

燃焼装置 30 の不着火又は断火などの異常からの復旧は、メインバーナ 42 周辺の機器などが複雑であることなどから、時間がかかる。この実施の形態では、燃焼装置 30 の異常の予兆となる燃焼装置 30 の不調をユーザが把握できるので、異常発生前の対処が可能となる。

【0065】

さらに、上記実施の形態では、比較結果として、直近分布データ及び基準分布データの各グラフを表示することにより、ユーザは、直近分布データの形状の変化等から、不調の種類を推定できる。このため、燃焼装置 30 のメンテナンスの効率化、及び、仮に燃焼装置 30 に異常が発生したときの異常箇所の特定の容易化が図られる。

【0066】

直近統計データと比較される基準統計データは、燃焼装置 30 と同型の燃焼装置を用いた実験の結果などから求められ予め用意されていてもよいが、この実施の形態では、燃焼装置 30 で実際に実行された着火トライアルで測定された着火遅れ時間 T_d に基づいて基準統計データが生成されることで、基準統計データが用意されている。これにより、複数生産させる燃焼装置 30 の個々の癖を反映した基準統計データが得られるので、ユーザは、燃焼装置 30 の不調をより適切に把握できる。

【0067】

解析部 21B は、例えば、複数回分の着火トライアルそれぞれの着火遅れ時間 T_d の集合を統計的に解析し、当該集合の統計データを第 1 統計データ（上記では直近統計データ）として得るように構成されていればよく、その解析方法は任意である。さらに、比較部 21C は、例えば、第 1 統計データと、着火トライアルが複数回行われたときの着火遅れ時間の集合の統計データとして用意された基準となる第 2 統計データ（上記では基準統計データ）とを比較し、比較結果を出力するように構成されていればよい。比較方法及び比較結果は任意である。これら構成によれば、統計的な解析により、着火遅れ時間 T_d の変化の傾向つまり不調が発生する傾向にある旨などの不調の傾向の把握が可能となり、さらに、燃焼装置 30 の不調に由来しない、着火遅れ時間 T_d を大きく変化させる突発的な事象の発生の影響の軽減も可能となる。従って、ユーザは、燃焼装置 30 に不調が発生したか否かを高い確度で把握することができ、これにより、燃焼装置 30 の不調を適切に把握できる。

【0068】

（変形例）

上記実施の形態の構成は、任意に変更可能である。以下変形例を例示する。各変形例は、少なくとも一部同士組み合わせることもできる。

【0069】

（変形例 1）

燃焼装置 30 の構成は、任意である。例えば、燃焼装置 30 は、パイロットバーナ 43 がないメインバーナ 42 のみを有するタイプであってもよい。また、燃焼装置 30 は、パイロットバーナ 43 を常時点火させた状態としてもよい。この場合、メインバーナ 42 用の火炎検出器と、パイロットバーナ 43 用の火炎検出器と、を用意するとよい。着火遅れ時間 T_d は、例えば、パイロットバーナ 43 又はメインバーナ 42 への点火又は着火を指示する信号を出力する着火指示から、メインバーナ 42 の着火を検出する着火検出までの期間であればよい。

【0070】

（変形例 2）

比較部 21C は、縦軸を着火遅れ時間の階級とし、横軸を着火遅れ時間の個数として、直近統計データの直近分布データと、基準統計データの基準分布データと、を互いに関連付けてグラフ化してもよい。関連付けてグラフ化する手法は、上記のように、縦軸及び横軸を共通にした座標平面で各グラフを重ねる方法に限定されない。例えば、座標軸のスケールを共通とした異なる座標平面それぞれに各グラフがあらわされてもよい。このように、関連付けてグラフ化する手法は、例えば、ユーザが各分布データを比較可能な手法でグラフ化する手法であればよい。上記統計的な解析の対象の着火遅れ時間 Td の集合のうち、突発的に異常な数値の着火遅れ時間 Td については、解析対象から除外してもよい。

【0071】

(変形例 3)

比較部 21C は、直近統計データと基準統計データとの差に基づいて、燃焼装置 30 の不調の有無及び不調があった場合のその不調の種類を推定し、推定の結果を比較結果として出力するように構成されていればよい。この場合、解析部 21B は、上記の統計的な解析において、解析対象の集合に含まれる着火遅れ時間 Td (正規化された着火遅れ時間 Td を含む) の分布を表す統計量を算出してもよい。この場合、直近統計データと基準統計データとは、着火遅れ時間 Td の分布を表す統計量を含む。比較部 21C は、各統計量を比較することで燃焼装置の不調の有無及び不調があった場合のその種類を推定し、推定の結果を比較結果として出力してもよい。

【0072】

統計量の比較結果と不調の種類の推定の結果との関係の例を図 10 に示す。前記の統計量は、例えば、着火遅れ時間 Td の平均値と、着火遅れ時間 Td の階級それぞれに属する着火遅れ時間 Td の個数の分布における最頻値を取る前記個数 (最頻値個数ともいう)、前記分布の標準偏差、及び、前記分布のピーク数を含む。なお、直近統計データの平均値、最頻値個数、標準偏差、ピーク数を、N1、N3、N5、N7 とそれぞれいう。基準統計データの平均値、最頻値個数、標準偏差、ピーク数を、N2、N4、N6、N8 とそれぞれいう。

【0073】

比較結果が、図 10 に示す、平均値 N1 (直近) > 平均値 N2 (基準)、最頻値個数 N3 (直近) < 最頻値個数 N4 (基準)、かつ、標準偏差 N5 (直近) > 標準偏差 N6 (基準) の場合、着火遅れ時間 Td の分布は、図 7 のようになる。そこで、比較部 21C は、前記の条件が満たされる場合、燃焼装置 30 に不調があり、かつ、その不調の種類は、空燃比の乱れ又は点火装置 44 のスパーク発生部 44A の不具合と推定し、その旨 (前記不調の少なくともいずれかが発生している旨、又は、他の条件も加味して、前記不調のいずれかが発生している旨) を比較結果として出力する (例えば、ディスプレイ 24 に表示する。以下の比較結果の出力において同様)。比較部 21C は、スパーク発生部 44A の不具合として、スパーク発生部 44A が変形している旨を推定及び出力してもよい。なお、平均値 N1 (直近) > 平均値 N2 (基準)、最頻値個数 N3 (直近) < 最頻値個数 N4 (基準)、標準偏差 N5 (直近) > 標準偏差 N6 (基準) のうちの少なくとも 1 つが満たされた場合、燃焼装置 30 に不調があり、かつ、その不調の種類は、空燃比の乱れ又は点火装置 44 のスパーク発生部 44A の不具合と推定してもよい。

【0074】

なお、上述のように、空燃比の乱れの場合は、火炎の活発度が低下する。このため、火炎活発度処理部 21D は、基準となる初期 (初期の一回でも一定回数でもよい) の着火トライアルで得られた火炎活発度データと、直近 (直近の一回でも一定回数でもよい) の着火トライアルで得られた火炎活発度データとに基づいて、各火炎活発度データにおける任意の時点での火炎の活発度を比較する。比較の結果、後者が所定の基準以上に低ければ、比較部 21C は、空燃比の乱れを不調の種類として推定してもよい。このように、比較部 21C は、火炎検出器 45 が検出する火炎の活発度が所定基準よりも低下している場合に、不調の種類が空燃比の乱れであるとして推定してもよい。

【0075】

10

20

30

40

50

なお、空燃比の乱れは、ブロウ６２の不具合に由来することもある。そこで、比較部２１Ｃは、ブロウ６２が動作してから風圧スイッチ６３がオンとなった時点までの期間を着火トライルごとに計測し、当該期間が所定基準よりも長くなっている場合又は短くなっている場合に、不調の種類が空燃比の乱れであるとして推定してもよい。

【００７６】

比較結果が、図１０に示す、標準偏差Ｎ５（直近）＞標準偏差Ｎ６（基準）、及び、ピーク数Ｎ７（直近）≥２である場合、着火遅れ時間Ｔｄの分布は、図８のようになる。そこで、比較部２１Ｃは、前記の条件が満たされる場合、燃焼装置３０に不調があり、かつ、その不調の種類は、点火装置４４のスパーク発生部４４Ａの不具合と推定し、その旨を比較結果として出力する。このとき、比較部２１Ｃは、スパーク発生部４４Ａの不具合が絶縁不良である旨を出力してもよい。なお、標準偏差Ｎ５（直近）＞標準偏差Ｎ６（基準）、及び、ピーク数Ｎ７（直近）≥２のうちの少なくとも１つが満たされた場合、燃焼装置３０に不調があり、かつ、その不調の種類は、点火装置４４のスパーク発生部４４Ａの不具合であると推定してもよい。

10

【００７７】

比較結果が、図１０に示す、平均値Ｎ１（直近）＜平均値Ｎ２（基準）である場合、着火遅れ時間Ｔｄの分布は、図９のようになる。そこで、比較部２１Ｃは、前記の条件が満たされる場合、燃焼装置３０に不調があり、かつ、その不調の種類は、火炎検出器４５の配置不良又は不具合、又は、空燃比の乱れ（ガスリッチ）と推定し、その旨（前記不調の少なくともいずれかが発生している旨、又は、他の条件も加味して、前記不調のいずれかが発生している旨）を比較結果として出力する。このとき、比較部２１Ｃは、火炎検出器４５の不具合が、偽放電によるものである旨を出力してもよい。

20

【００７８】

上記のように、偽放電では、火炎の活発度が時間変化に伴って振幅する。このため、火炎活発度処理部２１Ｄは、直近（直近の一回又は複数回）の着火トライアルで得られた火炎活発度データに基づいて、火炎の活発度の時間変化の振幅（例えば、最大振幅）を特定する。比較部２１Ｃは、特定された前記の振幅が所定値より大きければ、火炎検出器４５の不具合を不調の種類として推定してもよい。このように、比較部２１Ｃは、火炎検出器４５が検出する火炎の活発度の振幅が所定基準よりも大きい場合に、不調の種類が火炎検出器４５の不具合又は偽放電であると推定してもよい。

30

【００７９】

比較部２１Ｃは、図１０に示す統計量の比較結果と不調の種類との関係のうち、少なくとも一つについて、統計量の算出及び比較を行ってもよい。図１０に示す各統計量の大小の条件は、大小が比較される統計量の差の絶対値が所定の閾値よりも大きい場合に、上記大小の条件が成り立つとしてもよい。統計量として、他の数量が採用されてもよい。

【００８０】

本変形例によれば、出力された比較結果により、ユーザは、不調の有無に加えて、不調の種類も推定結果も把握できるので、より適切に燃焼装置３０の不調を把握できる。

【００８１】

（変形例４）

着火遅れ時間監視装置２０のハードウェア構成は任意である。収集部２１Ａ、解析部２１Ｂ、比較部２１Ｃ、及び、火炎活発度処理部２１Ｄは、それぞれ、一以上のコンピュータ又は制御回路（ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）、又は、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）など）から構成されてもよい。前記各部２１Ａ～２１Ｄのうちの少なくとも一部は、燃焼制御装置７０が備えてもよい。着火遅れ時間監視装置２０は、サーバコンピュータ、クラウドコンピュータ等であってもよい。これらの場合、上記比較結果などが表示されるディスプレイ２４は、ユーザ端末などのディスプレイであってもよい。比較部２１Ｃ及び火炎活発度処理部２１Ｄからの比較結果又は火炎活発度データなどの各種データの出力先は、プリンタ、記憶媒体、ネットワーク、他のコンピュータ等であってもよい。上記着火遅れ時間監視装置２０などの各装置は、装置の構

40

50

成要素が一つの筐体にまとめられた装置の他、装置の構成要素が複数の筐体に分散して収容されたシステムを含む。

【００８２】

（着火遅れ時間監視方法）

上記着火遅れ時間監視装置２０が実行する処理により、統計的な解析、及び、直近統計データと基準統計データとの比較を行う着火遅れ時間監視方法が行われているが、当該方法の少なくとも一部は、着火遅れ時間監視装置２０以外の物又は人により行われてもよい。ユーザは、直近統計データと基準統計データとの比較で得られる比較結果を確認することで、上記のように、燃焼装置３０の不調を適切に把握できる。

【００８３】

（本発明の範囲）

以上、実施形態及び変形例を参照して本発明を説明したが、本発明は、上記実施形態及び変形例に限定されるものではない。例えば、本発明には、本発明の技術思想の範囲内で当業者が理解し得る、上記実施形態及び変形例に対する様々な変更が含まれる。上記実施形態及び変形例に挙げた各構成は、矛盾の無い範囲で適宜組み合わせることができる。

【符号の説明】

【００８４】

１０…燃焼システム、２０…着火遅れ時間監視装置、２１…プロセッサ、２１Ａ…収集部、２１Ｂ…解析部、２１Ｃ…比較部、２１Ｄ…火炎活発度処理部、２３…記憶装置、２５…操作装置、４０…燃焼機器、４２…メインバーナ、４３…パイロットバーナ、４４…点火装置、４４Ａ…スパーク発生部、４５…火炎検出器、５０…燃料供給系統、６０…空気供給系統、７０…燃焼制御装置。

10

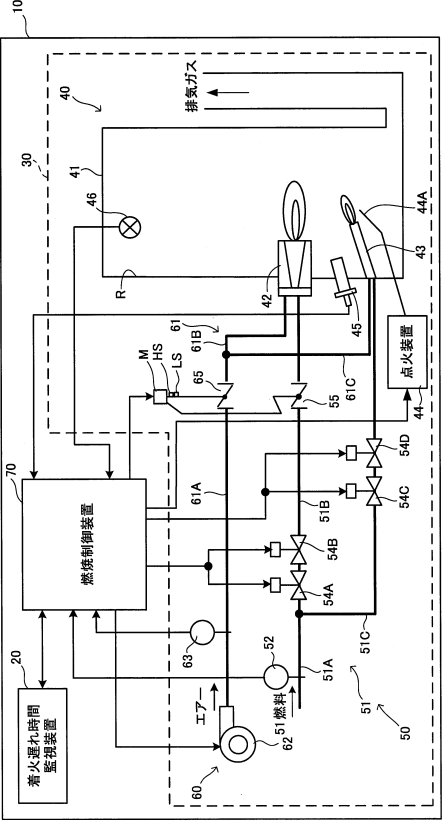
20

30

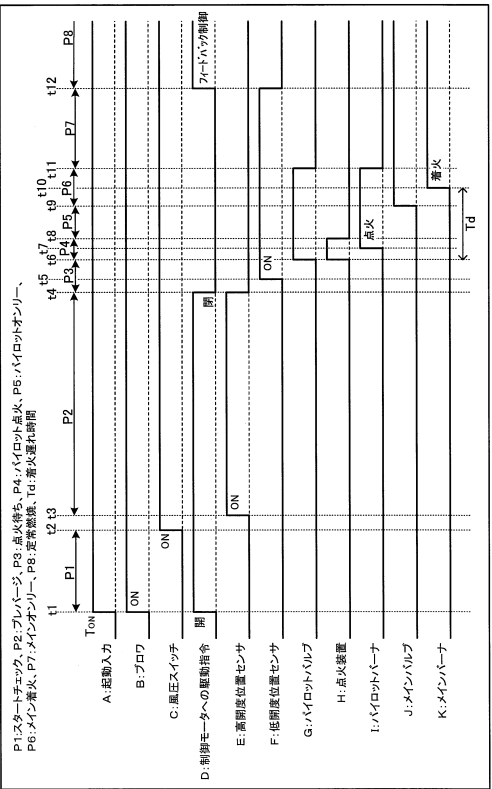
40

50

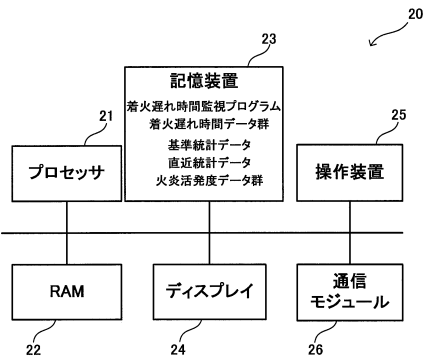
【図面】
【図 1】



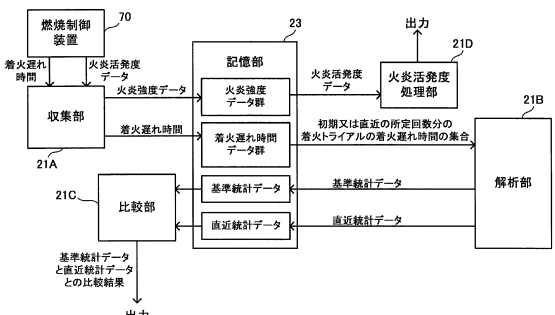
【図 2】



【図 3】



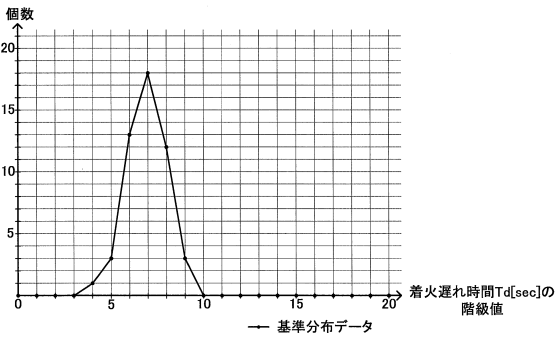
【図 4】



【図 5】

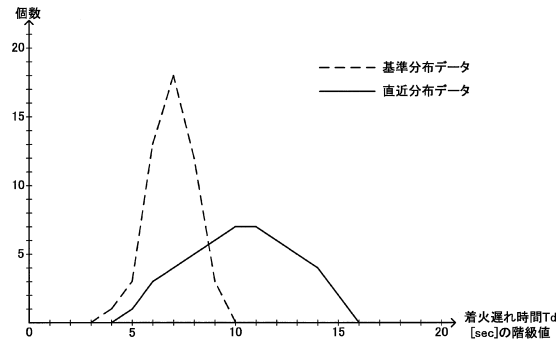
基準分布データ	
階級(着火遅れ時間Tdの範囲) 以上 未満	度数 (着火遅れ時間Tdの個数)
T1~T2	0
T2~T3	0
T3~T4	1
T4~T5	3
T5~T6	13
T6~T7	18
T7~T8	12
T8~T9	3
T9~T10	0
T10~T11	0
⋮	

【図 6】

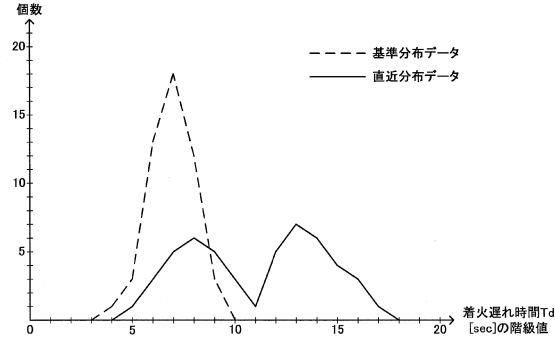


10

【図 7】



【図 8】



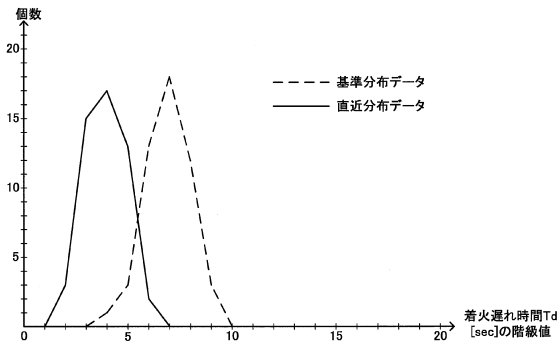
20

30

40

50

【図 9】



【図 10】

統計量の比較結果	推定される不調の種類
平均値 N 1 (直近) > 平均値 N 2 (基準) 最頻値 N 3 (直近) < 最頻値 N 4 (基準) 標準偏差 N 5 (直近) > 標準偏差 N 6 (基準)	・ 空燃比の乱れ ・ 点火装置のスパーク発生部に不具合
標準偏差 N 5 (直近) > 標準偏差 N 6 (基準) ピーク数 N 7 (直近) ≥ 2	・ 点火装置のスパーク発生部に不具合
平均値 N 1 (直近) < 平均値 N 2 (基準)	・ 火花検出器の配置不良又は不具合 ・ 空燃比の乱れ(ガスリッチ)

N 1 : 直近統計データの着火遅れ時間 T d の平均値
N 2 : 基準統計データの着火遅れ時間 T d の平均値
N 3 : 直近統計データの着火トライアルの回数分布の最頻値
N 4 : 基準統計データの着火トライアルの回数分布の最頻値
N 5 : 直近統計データの着火トライアルの回数分布の標準偏差
N 6 : 基準統計データの着火トライアルの回数分布の標準偏差
N 7 : 直近統計データの着火トライアルの回数分布のピーク数
N 8 : 基準統計データの着火トライアルの回数分布のピーク数

10

20

30

40

50

フロントページの続き

アズビル株式会社内

(72)発明者 鹿島 亨

東京都千代田区丸の内2丁目7番3号 アズビル株式会社内

審査官 大谷 光司

(56)参考文献 特開平08-145352 (JP, A)

特開平10-160160 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F23N 5/24