

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第2部門第2区分  
 【発行日】令和7年6月17日(2025.6.17)

【国際公開番号】WO2025/013249  
 【出願番号】特願2024-549733(P2024-549733)

【国際特許分類】

B 2 1 B 38/00(2006.01)

B 2 1 C 51/00(2006.01)

B 2 1 B 37/00(2006.01)

G 0 6 Q 50/04(2012.01)

G 0 5 B 23/02(2006.01)

10

【F I】

B 2 1 B 38/00 F

B 2 1 C 51/00 P

B 2 1 B 37/00 3 0 0

G 0 6 Q 50/04

G 0 5 B 23/02 3 0 1 Z

【手続補正書】

20

【提出日】令和6年8月22日(2024.8.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

データ保存部と、品質異常要因推定算出部と、表示情報生成部と、を備え、

前記データ保存部は、圧延プラントで製造される製品の製造条件と、前記圧延プラントに設置された設備機器の設定条件と、前記圧延プラントに設置された計測機器から取得される実績データとしての製造時の時系列データを保存するように構成され、

30

品質異常要因推定算出部は、

前記製造時の時系列データから選択される前記製品の製品品質に関わる品質データから品質評価値を算出し、

算出した前記品質評価値が許容範囲を超えた異常な製品または製品群を異常製品とし、前記異常製品の前記許容範囲を超えた品質異常箇所を取得し、

前記品質評価値が前記許容範囲内である正常な製品群に関する前記時系列データ、前記製造条件および前記設定条件を正常データとして登録し、

前記正常データとして登録された前記時系列データ、または、前記正常データとして登録された前記製造条件および前記設定条件に基づいて、機械学習または統計的手法を利用する品質異常要因推定モデルを構築し、

40

構築した前記品質異常要因推定モデルに基づいて、前記時系列データ、または、前記製造条件および前記設定条件から前記品質異常の要因候補を推定し、推定した前記要因候補の前記品質異常に対する関連度を算出するように構成され、

前記表示情報生成部は、前記異常製品の前記品質データと、前記品質異常箇所と、前記時系列データ、または、前記製造条件および前記設定条件と、前記品質異常要因推定算出部で推定および算出した前記要因候補および前記関連度と、を表示部に表示するための情報を生成するように構成された、品質異常要因分析支援システム。

【請求項2】

50

前記表示情報生成部は、前記異常製品の前記製造条件、前記設定条件、前記品質評価値および前記品質異常箇所を一覧表示するための情報を生成する、請求項 1 に記載の品質異常要因分析支援システム。

【請求項 3】

前記表示情報生成部は、前記異常製品の前記品質データのトレンドチャートと、前記品質異常要因推定算出部で推定された前記要因候補のうち前記関連度が最も高い前記要因候補に対応する前記時系列データのトレンドチャートと、各トレンドチャートにおける前記品質異常箇所と、を表示するための情報を生成する、請求項 1 に記載の品質異常要因分析支援システム。

【請求項 4】

前記表示情報生成部は、前記異常製品の前記品質データのトレンドチャートと、前記品質異常要因推定算出部で推定された複数の前記要因候補と、各要因候補の前記関連度と、各要因候補に対応する前記時系列データのトレンドチャートと、各トレンドチャートにおける前記品質異常箇所と、を表示するための情報を生成する、請求項 1 に記載の品質異常要因分析支援システム。

【請求項 5】

前記表示情報生成部は、前記品質データおよび前記品質異常箇所が同じ前記異常製品に対して、前記要因候補としての前記設定条件と、各設定条件の前記品質異常に対する関連度と、を表示するための情報を生成する、請求項 1 に記載の品質異常要因分析支援システム。

【請求項 6】

前記品質異常要因推定算出部は、前記製品が製造される毎に前記品質異常要因推定モデルを再構築し、再構築した前記品質異常要因推定モデルの予測誤差が再構築前の前記品質異常要因推定モデルの予測誤差よりも小さい場合に前記品質異常要因推定モデルを更新する、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の品質異常要因分析支援システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

第 1 の観点は、品質異常要因分析支援システムに関連する。品質異常要因分析支援システムは、データ保存部と、品質異常要因推定算出部と、表示情報生成部と、を備える。データ保存部は、圧延プラントで製造される製品の製造条件と、圧延プラントに設置された設備機器の設定条件と、圧延プラントに設置された計測機器から取得される実績データとしての製造時の時系列データを保存する。品質異常要因推定算出部は、製造時の時系列データから選択される製品の製品品質に関わる品質データから品質評価値を算出する。品質異常要因推定算出部は、算出した品質評価値が許容範囲を超えた異常な製品または製品群を異常製品とし、異常製品の許容範囲を超えた品質異常箇所を取得する。品質異常要因推定算出部は、品質評価値が許容範囲内である正常な製品群に関する時系列データ、製造条件および設定条件を正常データとして登録する。品質異常要因推定算出部は、正常データとして登録された前記時系列データ、または、正常データとして登録された製造条件および設定条件に基づいて、機械学習または統計的手法を利用する品質異常要因推定モデルを構築する。品質異常要因推定算出部は、構築した品質異常要因推定モデルに基づいて、時系列データ、または、製造条件および設定条件から品質異常の要因候補を推定する。品質異常要因推定算出部は、推定した要因候補の品質異常に対する関連度を算出する。表示情報生成部は、異常製品の品質データと、品質異常箇所と、時系列データ、または、製造条件および設定条件と、品質異常要因推定算出部で推定および算出した要因候補および関連度と、を表示部に表示するための情報を生成する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0014  
 【補正方法】削除  
 【補正の内容】  
 【手続補正4】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0015  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0015】

10

第6の観点は、第1から第5のいずれか1つの観点に加えて、次の特徴を更に有する。品質異常要因推定算出部は、製品が製造される毎に品質異常要因推定モデルを再構築し、再構築した品質異常要因推定モデルの予測誤差が再構築前の品質異常要因推定モデルの予測誤差よりも小さい場合に品質異常要因推定モデルを更新する。

【手続補正5】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0022  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0022】

20

圧延プラント1の要所には計測機器としての各種センサが設置されている。圧延プラント1の要所とは、例えば、加熱炉2の出側、粗圧延機3の出側、仕上圧延機5の出側、及び巻取機7の入側などである。各種センサは、仕上圧延機5の圧延スタンドF1～F7の間にも設けられ得る。各種センサは、粗圧延機3出側で鋼板Prの形状を測定可能な形状検出器81と、仕上圧延機5の入側で鋼板Prの表面温度を計測する温度計82と、仕上圧延機5の出側で鋼板Prの速度Vaを計測する速度検出器83と、仕上圧延機5の出側で鋼板Prの板厚及び板幅を計測する板厚・板幅計84と、巻取機7の入側で鋼板Prの表面温度を計測する温度計85と、上記圧延荷重センサ55を含む。各種センサは、鋼板Prと各設備機器の状態とを逐次的に計測している。各種センサにより計測された実績データは、制御計算機11に時々刻々送信される。このため、実績データは、時系列データである。

30

【手続補正6】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】0023  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【0023】

圧延プラント1は、階層構造を有する計算機を用いた制御系により運転（操業）されている。計算機は、ネットワークを介して互いに接続された、プロセス制御計算機（以下「制御計算機」という）11と、上位計算機12とを含む。制御計算機11は、ネットワークを介して後述する品質異常要因分析支援システム20に接続されている。制御計算機11は、PLC（プログラマブル・ロジック・コントローラ）等の制御用コントローラを有する。制御計算機11には、ネットワークを介して、HMI（Human Machine Interface）装置13が接続されている。HMI13に監視対象（圧延設備）のデータを提示し、使用者（管理者を含む）が監視対象装置を監視または操作（制御）できるように構成している。圧延計画の設計者により上位計算機12に圧延計画である熱延命令情報が入力されると、上位計算機12から制御計算機11に熱延命令情報が送られる。熱延命令情報には、目標板厚、目標板幅、目標温度などが含まれる。目標温度には、仕上圧延機5の出側の目標温度（以下「仕上出側温度」という）や巻取機7の入側の目標温度（以下「巻取温度」という）などが含まれる。プロセス制御計算機11は、上位計算機12からの製造

40

50

条件である熱延命令情報（圧延計画）の入力を受けて、制御対象である各圧延設備の設定値を含む設定データを計算し、計算した設定データを圧延プラント 1 に送信することで、各種圧延設備の制御を実行する。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

前述した品質異常要因推定モデルは、例えば、機械学習の範疇に入る、オートエンコーダ（AE：Auto Encoder）や、ランダムフォレスト（RF：Random Forest）、サポートベクター回帰（SVR：Support Vector Regression）などや、統計的手法を活用した手法を用いてよい。ここで、AE、RF、SVRというアルゴリズムは、広く一般に知られているので、以下に簡単に説明する。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

ここで、 $j$  は、入力変数  $j$  に対する関連性を示すスコア、 $j'$  は標準化した関連性を示すスコアである。学習に用いた正常データから算出された関連性を示すスコア  $j$  を用いて、異常判定基準を定義することができる。異常判定基準は、任意の数値とすることができるが、例えば、学習に用いた正常データから算出された関連性を示すスコアを降順に並べた際の上位 8 番目とする、などの方法を探ってもよいが、これに限定されない。この異常判定基準からの逸脱を以て品質異常に関連するデータを検出する。AE の場合は、この逸脱具合  $Abnormality_j$  を、品質異常要因推定における「関連度」とし、下式（7）のようにとる。

【数 7】

$$Abnormality_j = \frac{\bar{r}_j - r_j}{r_j} \cdots (7)$$

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0050】

類似品質異常要因推定分析画面 233 の「設定データ」のタブボタンを押下することで、図 10 に示す品質異常要因・設定分析表示画面 234 へ遷移することができる。図 10 は、品質異常要因・設定分析表示画面 234 の表示内容を模式的に示す図である。品質異常要因・設定分析表示画面 234 では、対象の品質異常に関連する実績データだけでなく、設定データに関する分析も可能である。例えば、要因候補としての設定値 4, 7, 2, 8, 5 などの設定データに対する関連度を箱ヒゲ図としてチャート表示するなどして、対象の品質異常と設定データに関する分析を支援することを可能とする。

10

20

30

40

50