

明 細 書

発明の名称： 磁性体の劣化予測装置および磁性体の劣化予測方法

技術分野

[0001] 本発明は、磁性体の劣化予測装置および磁性体の劣化予測方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、ワイヤロープを組み込んだクレーン装置や、エレベータシステムの稼働履歴情報から、計算によりワイヤロープの寿命を予測する技術が知られている（例えば特許文献１）。また、ワイヤロープの一部に弱い個所を設けて、当該箇所の断線を検出することで、交換時期を予測する試みがなされている（例えば特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１４－２３４２６０号公報

特許文献２：特開２０１０－２５４３９４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、稼働履歴情報からの予測や、あえて弱い個所を設ける方法は、検査対象のワイヤロープそのものの物理的状態を何ら検出するものではないため、より検査対象のワイヤロープの状態を反映した予測結果の取得により、適切なタイミングで交換することが課題となる。本発明の一側面では、当該課題を解決し、より高精度な磁性体の劣化予測装置および磁性体の劣化予測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

[0005] 本発明の第１の態様による磁性体の劣化予測装置は、検査対象である磁性体の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号を出力する磁気センサと、センサ信号に基づいて、磁性体の劣化度合いを示す劣化スコアを算定する劣化スコア算定手段と、劣化スコアを記憶する劣化スコア記憶部と、劣化度合いの

変化を示す劣化予測モデルを記憶する劣化予測モデル記憶部と、複数時点の劣化スコアに基づいて劣化予測モデルを更新することにより更新後の劣化予測モデルを取得する劣化予測モデル更新手段と、更新後の劣化予測モデルから、将来の劣化スコアを推定する劣化スコア予測手段と、を備える。

本発明の第2の態様による磁性体の劣化予測方法は、磁気センサによって、検査対象である磁性体の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号を取得するセンサ信号取得ステップと、センサ信号に基づいて、磁性体の劣化度合いを示す劣化スコアを算定する劣化スコア算定ステップと、複数時点の劣化スコアに基づいて劣化度合いの変化を示す劣化予測モデルを更新することにより更新後の劣化予測モデルを取得する劣化予測モデル更新ステップと、更新後の劣化予測モデルから、将来の劣化スコアを推定する劣化スコア推定ステップと、を備える。

発明の効果

[0006] 本発明の第1の態様および第2の態様によれば、より高精度な磁性体の劣化予測装置および磁性体の劣化予測方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]磁性体の劣化予測装置の全体像を説明する図である。

[図2]磁気センサの構成を説明する図である。

[図3]エレベータシステムへの適用を説明する図である。

[図4]プログラムの動作の一例を示すフローチャートである。

[図5]素線断線時のセンサ信号系列 $S(x)$ の波形を示す図である。

[図6]劣化スコア D_i の推移を示す図である。

発明を実施するための形態

[0008] (構成の説明)

本発明の一実施形態について説明する。

本発明の一実施形態である磁性体の劣化予測装置は、図1に示すように、検査対象であるワイヤロープ W の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号 S_i を出力する磁気センサ10と、センサ信号 S_i を時系列データとして取得

し、当該時系列のセンサ信号 S_i をワイヤロープ W の位置に関するセンサ信号系列 $S(x)$ に変換してセンサ信号記憶部 43 に格納するとともに、当該センサ信号系列 $S(x)$ に基づいてワイヤロープ W の劣化度合いを示す劣化スコア D_i を算定する劣化スコア算定手段と、複数時点における劣化スコア $D_1, D_2 \dots D_n$ を記憶する劣化スコア記憶部 41 と、劣化度合いの変化を示す劣化予測モデル M_o を記憶する劣化予測モデル記憶部 42 と、複数時点の劣化スコアに基づいて劣化予測モデル M_o を更新することにより更新後の劣化予測モデル M_a を取得する劣化予測モデル更新手段と、更新後の劣化予測モデル M_a から、将来の劣化スコア D_f を推定する劣化スコア予測手段と、更新後の劣化予測モデル M_a および推定した将来の劣化スコア D_f を表示するディスプレイ 81 と、劣化予測モデル M_o を登録する登録部 82 とを備える。なお、ワイヤロープ W は、請求の範囲の「磁性体」の一例である。また、本発明の一実施形態である磁性体の劣化予測装置は、コンピュータ 100 を含む。コンピュータ 100 は、CPU (Central Processing Unit) 30、A/D 変換器 31、I/D 変換器 32、不揮発メモリ 40 および送受信部 90 を含む。また、CPU 30、A/D 変換器 31、不揮発メモリ 40 および送受信部 90 は、アナログ信号を I/D 変換する I/D 変換器 32 を介して、互いに接続されている。

劣化スコア記憶部 41、劣化予測モデル記憶部 42、センサ信号記憶部 43、およびプログラム記憶部 50 は、コンピュータ 100 の不揮発メモリ 40 内に設けられている。本実施形態における、劣化スコア算定手段、劣化予測モデル更新手段、劣化スコア予測手段は、プログラム記憶部 50 に記憶されたプログラムのモジュールである劣化スコア算定モジュール 51、劣化予測モデル更新モジュール 52、劣化スコア予測モジュール 53 を CPU 30 が読みだして実行することによりそれぞれ実現される。すなわち、劣化スコア算定モジュール 51 は、請求の範囲の「劣化スコア算定手段」の一例であり、劣化予測モデル更新モジュール 52 は、請求の範囲の「劣化予測モデル更新手段」の一例である。また、劣化スコア予測モジュール 53 は、請求の

範囲の「劣化スコア予測手段」の一例である。本実施形態では、磁性体の劣化予測装置は、さらに、更新後の劣化予測モデルM aを表示するディスプレイ8 1と、劣化予測モデルM aを登録するための登録部8 2とを備える。登録部8 2は、タッチパネルを含み、ユーザからの操作を受け付けるように構成されている。すなわち、登録部8 2は、劣化予測モデルM aを登録可能に構成されている。

[0009] (磁気センサ1 0の構成)

磁気センサ1 0は、図2に示すように、ワイヤロープWを整磁する整磁磁石1 1と、ワイヤロープWを挟むように配置された励振コイル1 2と、当該励振コイル1 2に交流電流を供給することにより、励振コイル1 2の間に交流磁界を発生させる励振制御部1 3と、当該励振コイル1 2とワイヤロープWとの間の空間に配置され、実質的にワイヤロープWがコイルの閉ループを横切るように配置された検知コイル1 4および検知コイル1 5と、検知コイル1 4、1 5を流れる電流の差分を出力する差動回路1 6と、差動回路1 6の出力となる電流を電圧に変換してセンサ信号S iとして出力する電流電圧変換回路1 7とを備える。磁気センサ1 0は、検査対象であるワイヤロープWの影響を受けた磁界を検出するように構成されている。

[0010] 図3に、磁性体の劣化予測装置をエレベータシステムEに適用した例を示す。エレベータシステムEは、ワイヤロープWの一端がエレベータのかごE 1に結合され、他端がおもりE 3に結合される。おもりE 3が下方に移動すると、巻上機E 2の回転力とワイヤロープWとの摩擦力によりワイヤロープWを駆動させエレベータのかごE 1を昇降させる。

[0011] 図3に示す通り、磁気センサ1 0は、その本体内をワイヤロープWが通るように、エレベータのかごE 1と、巻上機E 2との間に配置される。

[0012] (処理手順)

各プログラムの処理を図4のフローチャートに沿って説明する。

[0013] (センサ信号取得ステップ2 1 0)

当該ステップでは、CPU 3 0が、プログラム記憶部5 0から読みだした

劣化スコア算定モジュール51を実行することにより、以下のように動作する。まず、CPU30により、A/D変換器31から現在のセンサ信号 S_i を取得するとともに、巻上機E2の現在の巻上げ位置 X を取得して、センサ信号 S_i と巻上げ位置 X とを対応付けて不揮発メモリ40内のセンサ信号記憶部43に格納する。この動作を、所定時間毎または所定の巻上げ位置 X 毎に実行する。これにより、ワイヤロープWの位置毎のセンサ信号系列 $S(X)$ が生成される。

センサ信号取得ステップ210は、他のステップと非同期に常時実行されていてもよいし、例えばエレベータシステムEの点検時にワイヤロープWを一通り移動させる際に実行して、次のステップ220以降に進むこととしてもよい。

また、センサ信号系列 $S(X)$ は、ワイヤロープWの据え付け時に取得したセンサ信号系列 $S_o(X)$ との差分をとることとすれば、劣化により生じた信号の変化のみを抽出できるため好ましいが、当該差分処理は必須ではない。

その他、複数時点のセンサ信号を取得して記憶する限りにおいて、当該ステップの実施態様を種々変更可能である。

[0014] (劣化スコア算定ステップ220)

当該ステップでは、CPU30が、プログラム記憶部50から読みだした劣化スコア算定モジュール51を実行することにより、以下の通り実行される。

[0015] まず、CPU30は、センサ信号記憶部43からセンサ信号系列 $S(X)$ を読み出す。本実施形態では、磁気センサ10として図2のような全磁束方式（全磁束法）すなわち、検知コイル14および15の閉ループ内を、検査対象のワイヤロープWが通る構成を採用しているので、ワイヤロープWの内部に素線断線がある場合でも、その断線により生じた磁界の変化が検知コイル14および15に流れる電流の変化となって表れる。したがって、ワイヤロープWに目視上の破断が見えていない状況から、センサ信号 S_i 、すなわ

ち、センサ信号系列 $S(X)$ に変化が現れるため、極めて高精度の劣化状態判定が可能となる。

[0016] 例えば、素線断線がある場所では、図5における(A)のような波形が観測される。また、ワイヤロープ W の同一断面における素線断線の数が増加した場合は、図5における(B)のような波形が観測される。すなわち、素線断線の数が増加するにつれて、図5のような特徴的な波形の振幅が増加するため、素線断線の数进行推定することが可能となる。

[0017] 本実施形態では、このようにして素線断線の数进行ワイヤロープ W の注目する所定区間に渡って計算(推定)し、その素線断線の数进行最大值进行劣化スコア D_i として、センサ信号 S_i を取得した年月日とともに劣化スコア記憶部41に記憶する。これにより、複数時点における劣化スコア D_i が劣化スコア記憶部41に蓄積される。注目する所定区間とは、例えば、ワイヤロープ W のうち、滑車を少なくとも1回は通過する区間であって、負荷がかかるために、劣化予測が必要となる区間进行いう。また、ワイヤロープ W の注目する所定区間は、登録部82によって登録される。

なお、本実施形態では、劣化スコア D_i 进行ワイヤロープ W の注目する所定区間のうち最大值としたが、これに限られない。例えば、各場所で算出した劣化スコア(素線断線の数)の合計値进行劣化スコア D_i としてもよい。また、注目する区間进行さらに区分して、当該小区分ごとに劣化スコア D_i 进行算定してもよい。その他、磁気センサによって検出される信号进行ワイヤロープ W の劣化度合いに変換したものである限りにおいて、種々のスコア算定方法进行採用可能である。

[0018] 図6の(A)は、ワイヤロープ W の標準品进行、疲労試験機で繰り返し負荷を与えながら、磁気センサ10と同方式の磁気センサを用いて劣化スコア算定ステップ220を実行した時に得られた劣化スコア D_i の推移である。横軸は試験回数、縦軸は劣化スコア D_i を示す。

このグラフから、劣化スコア D_i は、右肩上がりに増加していることが分かる。ただし、ワイヤロープ W の外見上は、11000回を超えたあたりで

ようやく1本の素線断線が視認でき、13000回付近で2本目の素線断線が視認できたが、その後15000回付近で全破断に至っている。このように、外見上はワイヤロープWの劣化度合いを確認できないまま、突然全破断に至っている。しかしながら、外見上の変化がそれほど見られない間も、劣化スコア D_i は右肩上がりに上昇を続けていることが確認できた。これは、ワイヤロープ内部で素線断線が進行していることを示している。

なお、本実施形態では、劣化予測モデルM $\circ$ は、ワイヤロープWと同種のワイヤロープ（ワイヤロープWの標準品）に複数時点において負荷を加えるたびに、磁気センサ10と同種のセンサから出力されたセンサ信号に基づいて算定された劣化スコア D_i の集合を含む。

また、本実施形態による磁性体の劣化予測方法では、ワイヤロープWの標準品に複数時点において負荷を加えるたびに、磁気センサ10と同種のセンサから出力されたセンサ信号に基づいて算定された劣化スコア D_i の集合を含む劣化予測モデルM $\circ$ を準備するステップを備える。

[0019] また、グラフから、2500回付近までは信号に変化が見られず、内部破断が始まった後は、略直線的に素線断線の数が増加する傾向にある。従って、劣化予測モデルM $\circ$ は、例えば、断線が検知された以降を直線近似するモデルとしてもよいことが分かる。

しかしながら、標準的な劣化予測モデルM $\circ$ を準備しても、現場の装置によって、ワイヤロープWにかかる荷重やトルクや曲げ曲率などが様々異なる。

そこで、本実施形態では、劣化予測モデル更新ステップ230を実施する。

[0020] （劣化予測モデル更新ステップ230）

当該ステップは、CPU30が、プログラム記憶部50から読みだした劣化予測モデル更新モジュール52を実行することにより、以下の通り実行される。

まず、CPU30は、劣化スコア記憶部41から、複数時点における劣化

スコア D_i を読み出すとともに、劣化予測モデル記憶部 42 から、標準的な劣化予測モデル M_o を読み出す。

本実施形態では、標準的な劣化予測モデル M_o は、図 6 (A) から求めた 2 直線近似モデルとし、あらかじめタブレット端末 80 (図 1 参照) の登録部 82 によりモデルのパラメータを入力すると、送受信部 90 を通じて、劣化予測モデル記憶部 42 に、標準的な劣化予測モデル M_o として記憶される。具体的には、標準的な劣化予測モデル M_o は以下のようにあらわされる。

$$D_i = Ax + B$$

$$0 < x \leq 2500 ; A = 0, B = 0$$

$$2500 > x ; A = 0.01, B = -25$$

ここで、 x はエレベータシステム E の稼働回数を示す。稼働回数は、エレベータシステム E が現在の階を出発してから、目的階に到着するまでの動作を 1 回としてカウントする。

[0021] ここで、エレベータシステム E を稼働している間、逐次劣化スコア算定ステップ 220 を実行すると、図 6 の (B) のような推移をしていたとする。この場合、11500 回の時点で劣化が進行しているため、実際に観測された D_i がフィッティングするように、標準的な劣化予測モデル M_o を更新して、更新後の劣化予測モデル M_a を取得する。

$$D_i = Ax + B$$

$$0 < x \leq 2500 ; A = 0, B = 0$$

$$2500 > x ; A = 0.004, B = -10$$

なお、前回作成(更新)した更新後の劣化予測モデル M_a が、更新された複数時点の劣化スコア $D_1, D_2, \dots, D_n$ がフィッティングするように逐次更新するようにしてもよい。その他、当初準備した劣化予測モデル M_o を、その後に生成された劣化スコア D_i に基づいて更新する限りにおいて、種々の方法を採用することができる。

また、本実施形態では、劣化予測モデル M_o として、2 直線近似モデルとしたが、多次元近似曲線モデルや、スプライン近似モデルでもよい。その他

、稼働回数に対して増加する関数となる限りにおいて、種々のモデルを選択可能である。

[0022] ただし、地震や火災等、通常とは異なる負荷がワイヤロープWに加わった場合は、その時点を境にして、劣化スコア D_i が非線形に変化する可能性もある。このような特別な事象の前後の劣化スコア D_i にフィッティングするように更新後の劣化予測モデル M_a を求めると、本来よりも極端に短い期間で破断に至ると予測してしまう可能性が高い。

[0023] そこで、地震、火災等の突発事象の発生を示す突発情報を取得し、突発情報が発生した後の劣化スコア D_i のみがフィッティングするように、標準的な劣化予測モデル M_o を更新することとしてもよい。これにより、予測精度をより高めることができる。

なお、突発情報は、劣化スコア D_i を直線近似する際に偏差が一定以上大きい劣化スコア D_i の前に突発事象が発生したと判定することにより、突発情報を生成することとしてもよい。すなわち、突発情報は、外的要因の発生を別手段で検知した結果を用いてもよいし、劣化スコア D_i の突発的な変化に基づいて判定してもよい。

ここでいう突発事象には、地震、火災、落雷、浸水およびメンテナンス等、検査対象となる磁性体に通常の運転状態とは異なる影響が加わる事象が含まれる。

[0024] このようにして得られた更新後の劣化予測モデル M_a と、現在までの劣化スコア D_i の推移を、送受信部90を通じてタブレット端末80に送信し、タブレット端末80のディスプレイ81にグラフ表示すれば、メンテナンス担当者やビルオーナーが劣化度合いをリアルタイムに確認することができ、好ましい。特に、磁気センサ10やコンピュータ100は立ち入りが難しい場所に配置される可能性もあるため、インターネット回線（LTE回線）、電話回線等を通じた無線通信により、コンピュータ100とタブレット端末80とを通信可能とすることがより好ましい。

[0025] （劣化スコア推定ステップ240）

このようにして得られた更新後の劣化予測モデルM a から、将来の劣化スコアD f を予測する。破断水準までのエレベータシステムEの稼働回数を予測する場合は、更新後の劣化予測モデルM a により計算される将来の劣化スコアD f が閾値を超える回数xを求めればよい。当該閾値は、例えば図6の(A)の劣化スコアD i を取得する際のように、疲労試験機による試験により破断が確認されたエレベータシステムEの稼働回数に基づいて定めてもよい。これにより、ワイヤロープWの寿命予測が可能となる。逆に、所定の稼働回数後の劣化スコアD i を算出することに用いることもできる。このようにして得られた回数xをそのままディスプレイ81に表示してもよいし、当該装置の単位期間中の平均稼働回数に基づいて、回数xを日数に変換した値を表示してもよい。また、更新後の劣化予測モデルM a と、現在までの劣化スコアD i の推移のグラフとともに表示しても良い。

[0026] なお、本実施形態では磁性体の劣化予測装置に対してワイヤロープWが動く系を示したが、ワイヤロープWに対して磁性体の劣化予測装置が動く系に適用してもよい。例えば、クレーンにおけるペンダントロープ、ロープウェイにおける支索、つり橋やPC橋梁などに取り付けられるハンガーロープやPCケーブルは固定されているが、使用環境において継続的に負荷が加わることによって、材料的に劣化を伴う磁性体であるため、磁性体の劣化予測装置を手動またはロボットにより走査させて劣化状態を測定することが有効である。その場合、稼働回数の代わりに、時間をパラメータとすればよい。

さらに、本実施形態では、検査対象である磁性体として、ワイヤロープWを例示したが、使用環境において継続的に負荷が加わることによって、材料的に劣化を伴う磁性体であれば特に対象を限定されない。例えば、ステンレスロープ、素線を撚りあわせたより線、薄板、角材、円筒状のパイプ、針金、チェーンでもよい。また、樹脂やめっきなどで被覆されたワイヤロープWでもよい。また、ワイヤロープWを構成部材とするケーブルなどでもよい。例えば、橋脚やコンクリート内の鉄筋の腐食による劣化の予測に適用してもよい。その場合、稼働回数の代わりに、時間をパラメータとすればよい。

さらに、本実施形態では、磁気センサ10は、エレベータのかごE1と、巻上機E2との間に配置される例を示したが、本発明における磁気センサの配置はこれに限定されない。滑車を通過する区間を測定できる位置であればどこでもよく、例えば、巻上機E2とおもりE3の間であっても良い。

さらに、本実施形態では、巻上機E2の回転力とワイヤロープWとの摩擦力によりワイヤロープWを駆動する例を示したが、ワイヤロープWの駆動方法はこれに限られない。例えば巻取など別の駆動方法であっても良い。

また、磁気センサ10によって局所的なキックや内部さびが検出された場合は、本実施形態における劣化スコアDiと併せてタブレット端末80のディスプレイ81に表示しても良い。これによって、素線断線数による劣化スコアDiと独立したパラメータとして、メンテナンスの緊急性や処置内容を判断できる。

また、本実施形態では、劣化スコアDiの推移等を、送受信部90を通じてタブレット端末80に送信する例を示したが、これに限られない。タブレット端末ではなく、例えば、メンテナンス会社のPCや防災センターの中央監視盤等に送信してもよい。

また、本実施形態では、説明の便宜上、本発明の磁性体の劣化予測装置によるプログラムの動作を処理フローに沿って順番に処理を行うフロー駆動型のフローチャートを用いて説明したが、本発明はこれに限られない。本発明では、磁性体の劣化予測装置によるプログラムの動作を、イベント単位で処理を実行するイベント駆動型（イベントドリブン型）の処理により行ってもよい。この場合、完全なイベント駆動型で行ってもよいし、イベント駆動およびフロー駆動を組み合わせで行ってもよい。

[0027] 本明細書は、以下の発明を包含する。

(発明1)

検査対象である磁性体の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号を出力する磁気センサと、前記センサ信号に基づいて、前記磁性体の劣化度合いを示す劣化スコアを算定する劣化スコア算定手段と、前記劣化スコアを記憶する

劣化スコア記憶部と、前記劣化度合いの変化を示す劣化予測モデルを記憶する劣化予測モデル記憶部と、複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化予測モデルを更新することにより更新後の劣化予測モデルを取得する劣化予測モデル更新手段と、前記更新後の劣化予測モデルから、将来の劣化スコアを推定する劣化スコア予測手段と、を備える、磁性体の劣化予測装置。

(発明 2)

前記劣化予測モデル更新手段は、突発事象を検知した場合は、その後の複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化予測モデルを更新することにより前記更新後の劣化予測モデルを取得する、発明 1 に記載の磁性体の劣化予測装置。

(発明 3)

前記磁性体はワイヤロープである、発明 1 または 2 に記載の磁性体の劣化予測装置。

(発明 4)

前記磁性体における注目する所定区間および前記劣化予測モデルのうち少なくとも一方を登録するための登録部を備える、発明 1 ～ 3 のいずれかに記載の磁性体の劣化予測装置。

(発明 5)

前記突発事象は、地震、火災、落雷、浸水およびメンテナンスのうち少なくとも 1 つを含む、発明 2 に記載の磁性体の劣化予測装置。

(発明 6)

前記磁気センサは、全磁束法により前記磁界を検出することを特徴とする、発明 3 ～ 5 のいずれかに記載の磁性体の劣化予測装置。

(発明 7)

前記劣化予測モデルは、前記ワイヤロープと同種のワイヤロープに複数時点において負荷を加えるたびに、前記磁気センサと同種のセンサから出力されたセンサ信号に基づいて算定された劣化スコアの集合を含む、発明 3 ～ 5 のいずれかに記載の磁性体の劣化予測装置。

(発明 8)

磁気センサによって、検査対象である磁性体の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号を取得するステップと、前記センサ信号に基づいて、前記磁性体の劣化度合いを示す劣化スコアを算定するステップと、複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化度合いの変化を示す劣化予測モデルを更新することにより更新後の劣化予測モデルを取得するステップと、前記更新後の劣化予測モデルから、将来の劣化スコアを推定するステップとを備える、磁性体の劣化予測方法。

(発明 9)

前記劣化予測モデル更新ステップは、突発事象を検知した場合は、その後の複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化予測モデルを更新することにより前記更新後の劣化予測モデルを取得する、発明 8 に記載の磁性体の劣化予測方法。

(発明 10)

前記検査対象の磁性体と同種の磁性体に複数時点において負荷を加えるたびに、前記磁気センサと同種のセンサから出力されたセンサ信号に基づいて算定された劣化スコアの集合を含む劣化予測モデルを準備するステップをさらに備える、発明 8 または 9 に記載の磁性体の劣化予測方法。

符号の説明

[0028]	磁気センサ	10
	整磁磁石	11
	励振コイル	12
	励振制御部	13
	検知コイル	14
	検知コイル	15
	差動回路	16
	電流電圧変換回路	17
	CPU	30

A／D変換器 3 1
I／D変換器 3 2
不揮発メモリ 4 0
劣化スコア記憶部 4 1
劣化予測モデル記憶部 4 2
センサ信号記憶部 4 3
プログラム記憶部 5 0
劣化スコア算定モジュール 5 1
劣化予測モデル更新モジュール 5 2
劣化スコア予測モジュール 5 3
タブレット端末 8 0
ディスプレイ 8 1
登録部 8 2
送受信部 9 0
コンピュータ 1 0 0
センサ信号取得ステップ 2 1 0
劣化スコア算定ステップ 2 2 0
劣化予測モデル更新ステップ 2 3 0
劣化スコア推定ステップ 2 4 0
エレベータシステム E
エレベータのかご E 1
巻上機 E 2
おもり E 3
標準的な劣化予測モデル M o
更新後の劣化予測モデル M a
ワイヤロープ W

請求の範囲

- [請求項1] 検査対象である磁性体の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号を出力する磁気センサと、
- 前記センサ信号に基づいて、前記磁性体の劣化度合いを示す劣化スコアを算定する劣化スコア算定手段と、
- 前記劣化スコアを記憶する劣化スコア記憶部と、
- 前記劣化度合いの変化を示す劣化予測モデルを記憶する劣化予測モデル記憶部と、
- 複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化予測モデルを更新することにより更新後の劣化予測モデルを取得する劣化予測モデル更新手段と、
- 前記更新後の劣化予測モデルから、将来の劣化スコアまたは前記磁性体の寿命を推定する劣化スコア予測手段と、を備える、磁性体の劣化予測装置。
- [請求項2] 前記劣化予測モデル更新手段は、突発事象を検知した場合は、その後の複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化予測モデルを更新することにより前記更新後の劣化予測モデルを取得する、請求項1に記載の磁性体の劣化予測装置。
- [請求項3] 前記磁性体はワイヤロープである、請求項1または2に記載の磁性体の劣化予測装置。
- [請求項4] 前記磁性体における注目する所定区間および前記劣化予測モデルのうち少なくとも一方を登録するための登録部を備える、請求項1～3のいずれか1項に記載の磁性体の劣化予測装置。
- [請求項5] 前記突発事象は、地震、火災、落雷、浸水およびメンテナンスのうち少なくとも1つを含む、請求項2に記載の磁性体の劣化予測装置。
- [請求項6] 前記磁気センサは、全磁束法により前記磁界を検出することを特徴とする、請求項3～5のいずれか1項に記載の磁性体の劣化予測装置。
- 。

- [請求項7] 前記劣化予測モデルは、前記ワイヤロープと同種のワイヤロープに複数時点において負荷を加えるたびに、前記磁気センサと同種のセンサから出力されたセンサ信号に基づいて算定された劣化スコアの集合を含む、請求項3～5のいずれか1項に記載の磁性体の劣化予測装置。
- [請求項8] 磁気センサによって、検査対象である磁性体の影響を受けた磁界を検出してセンサ信号を取得するセンサ信号取得ステップと、
前記センサ信号に基づいて、前記磁性体の劣化度合いを示す劣化スコアを算定する劣化スコア算定ステップと、
複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化度合いの変化を示す劣化予測モデルを更新することにより更新後の劣化予測モデルを取得する劣化予測モデル更新ステップと、
前記更新後の劣化予測モデルから、将来の劣化スコアを推定する劣化スコア推定ステップと、を備える、磁性体の劣化予測方法。
- [請求項9] 前記劣化予測モデル更新ステップは、突発事象を検知した場合は、その後の複数時点の前記劣化スコアに基づいて前記劣化予測モデルを更新することにより前記更新後の劣化予測モデルを取得する、請求項8に記載の磁性体の劣化予測方法。
- [請求項10] 前記検査対象の磁性体と同種の磁性体に複数時点において負荷を加えるたびに、前記磁気センサと同種のセンサから出力されたセンサ信号に基づいて算定された劣化スコアの集合を含む劣化予測モデルを準備するステップをさらに備える、請求項8または9に記載の磁性体の劣化予測方法。