

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5992087号
(P5992087)

(45) 発行日 平成28年9月14日(2016.9.14)

(24) 登録日 平成28年8月26日(2016.8.26)

(51) Int.Cl.		F I			
G05B 23/02	(2006.01)	G05B 23/02		V	
G05B 19/418	(2006.01)	G05B 19/418		Z	

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-256906 (P2015-256906)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成27年12月28日(2015.12.28)		ファナック株式会社
審査請求日	平成28年4月15日(2016.4.15)		山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(74) 代理人	100157211
			弁理士 前島 一夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械の保全計画を作成する予防保全管理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの機械と、前記機械を制御する少なくとも1つの機械制御装置と、前記機械制御装置と通信可能に接続されたセル制御装置と、前記セル制御装置と通信可能に接続された上位コンピュータと、を備える予防保全管理システムであって、

前記セル制御装置は、

前記機械制御装置から受信した前記機械の予防保全データを所定の周期で監視し、監視した予防保全データに基づいて前記予防保全データに関連する前記機械の部品の劣化を検出し、前記劣化を検出したら前記部品が寿命に達するまでの猶予時間を前記予防保全データに基づいて算出する解析部と、

前記解析部が算出した猶予時間を、前記劣化が検出された旨を示す警告とともに前記上位コンピュータに通知する通知部と、を備え、

前記上位コンピュータは、前記セル制御装置から前記警告を受信したら、前記猶予時間に基づいて前記部品の交換作業を含む保全計画を作成又は更新する保全計画部を備える、予防保全管理システム。

【請求項2】

前記解析部は、前記劣化を検出した後も前記予防保全データの監視を続行し、監視した予防保全データに基づいて前記猶予時間の再計算を行い、

前記通知部は、前記解析部で再計算された猶予時間を前記上位コンピュータに通知し、

前記保全計画部は、再計算された猶予時間に基づいて前記保全計画を更新するように構

成されている、請求項 1 に記載の予防保全管理システム。

【請求項 3】

前記解析部は、前記劣化を検出した後の前記予防保全データの監視を行うときの周期を、前記予防保全データの時間変化割合が大きくなるにつれて小さくする、請求項 2 に記載の予防保全管理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機械の予防保全データを監視して、該機械の保全計画を作成する予防保全管理システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

生産システム等の、複数の機械を含むシステムには、該複数の機械をそれぞれ制御する複数の数値制御装置が、上位コンピュータからの指令に基づいて各機械を作動させるタイプのものがある。これに関連する周知技術として、例えば特許文献 1 には、ネットワークに接続された複数のロボットから情報を定期的に収集して、各ロボットの状態をデータベースに蓄積する方法及び装置が開示されている。また特許文献 1 には、あるロボットの故障発生時に、予め登録したロボットの情報及びリアルタイムで取得したロボットの情報に基づいて、今後故障する可能性のあるロボットを予測することができると記載されている。

20

【0003】

また特許文献 2 には、工作機械又は測定装置の機器情報を予め設定された周期で定期的に収集し、収集された機器情報を収集時刻と関係付けてデータベースに蓄積し、蓄積された機器情報を外部装置に送信する手段を備えた機器情報配信装置が記載されている。

【0004】

一方、工作機械等で使用されている個々の部品についての点検を行う時期を作業者に通知する機能を有する装置も周知である。例えば特許文献 3 には、工作機械で使用されている個々の部品について、点検を行う時期をユーザへ通知する部品点検時期通知機能を有する数値制御装置が記載されている。

【0005】

30

また特許文献 4 には、装置の交換可能部品の稼働状態を蓄積稼働情報として蓄積する蓄積手段と、交換可能部品の稼働限度を表す寿命情報を記憶する寿命情報記憶手段と、交換可能部品の所定期間の稼働状態を表す期間稼働情報を記憶する期間稼働情報記憶手段と、期間稼働情報、蓄積稼働情報及び寿命情報とに基づいて、交換可能部品の交換が必要になる交換時期を算出する交換時期算出手段と、算出した交換時期を出力する出力手段とを備えた部品情報処理システムが記載されている。

【0006】

さらに特許文献 5 には、プラント設備保全の最適化システムが記載されており、当該システムは、(1)プラント機器材料の経年劣化に対して材料劣化・腐食傾向等を高度技術で解析し、定量的に評価を行うとともに、機能故障モード影響解析による動機器の故障に対する定量的評価を行う手段、(2)前記定量的評価に基づいて保全個所を定量的に特定する手段、(3)影響度評価手法を用いて故障の発生頻度とその故障発生による影響度を設定し、(頻度 * 影響度)をリスクとして評価する手段、を備える、と記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2004 202624 号公報

【特許文献 2】特開 2004 062276 号公報

【特許文献 3】特開 2014 174680 号公報

【特許文献 4】特開 2003 036320 号公報

50

【特許文献5】特開2002 123314号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従来、各機械の部品の劣化等に伴う交換は、対象部品の使用時間が予め定めた一定期間を超えたらその部品は劣化したとみなし、作業者が行う場合が多い。しかし、このような一定期間毎に部品を交換するやり方では、実際には劣化が進んでいないものも交換する場合もあり、無駄が生じる。

【0009】

また、劣化に関する閾値等の条件に基づいて数値制御装置が外部（作業者等）に部品交換を促す警告等を出力するやり方もあるが、実際に部品が寿命に達するまで（使用不能になるまで）の時間（猶予時間）がかなり短い場合もある。そのような場合は、警告の出力後に作業者が交換作業を開始しても間に合わない（交換作業完了前に部部品が使用不能となる）可能性があり、生産効率等が大幅に低下する虞がある。特許文献1及び2に記載の技術は、このような猶予期間の計算を行うものではない。

【0010】

また、特許文献3に記載の技術は、数値制御装置が部品の点検周期を測定値から算出し外部に通知するものであるが、上述の猶予時間の計算や通知を行うものではない。また特許文献4に記載の技術は、寿命の算出を稼働情報に基づいて行っており、実際の部品の状態から寿命を算出するものではないので、実際の部品の寿命が過去の寿命情報から大きく乖離している場合は、適切な時期に部品交換を行うことが難しい。さらに、特許文献5に記載の技術は、プラント機器材料の劣化・腐食傾向等を定量的に評価し、それにより保全箇所を特定し、リスクを評価するものであるが、やはり実際の部品の状態に基づいて猶予時間を正確に求めるものではない。

【0011】

そこで本発明は、予防保全データを監視することにより、部品が寿命に達するまでの猶予時間を正確に求めることができ、これに基づいて適切な保全計画を作成可能な予防保全管理システム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】

【0012】

上記目的を達成するために、本願第1の発明は、少なくとも1つの機械と、前記機械を制御する少なくとも1つの機械制御装置と、前記機械制御装置と通信可能に接続されたセル制御装置と、前記セル制御装置と通信可能に接続された上位コンピュータと、を備える予防保全管理システムであって、前記セル制御装置は、前記機械制御装置から受信した前記機械の予防保全データを所定の周期で監視し、監視した予防保全データに基づいて前記予防保全データに関連する前記機械の部品の劣化を検出し、前記劣化を検出したら前記部品が寿命に達するまでの猶予時間を前記予防保全データに基づいて算出する解析部と、前記解析部が算出した猶予時間を、前記劣化が検出された旨を示す警告とともに前記上位コンピュータに通知する通知部と、を備え、前記上位コンピュータは、前記セル制御装置から前記警告を受信したら、前記猶予時間に基づいて前記部品の交換作業を含む保全計画を作成又は更新する保全計画部を備える、予防保全管理システムを提供する。

【0013】

第2の発明は、第1の発明において、前記解析部は、前記劣化を検出した後も前記予防保全データの監視を続行し、監視した予防保全データに基づいて前記猶予時間の再計算を行い、前記通知部は、前記解析部で再計算された猶予時間を前記上位コンピュータに通知し、前記保全計画部は、再計算された猶予時間に基づいて前記保全計画を更新するように構成されている、予防保全管理システムを提供する。

【0014】

第3の発明は、第2の発明において、前記解析部は、前記劣化を検出した後の前記予防保全データの監視を行うときの周期を、前記予防保全データの時間変化割合が大きくなる

10

20

30

40

50

につれて小さくする、予防保全管理システムを提供する。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、従来は一定の使用時間の経過等に基づいて行っていた部品交換を、監視した予防保全データに基づいて自動で算出した猶予時間に基づいて適切な時期に行うことができるので、より確実に無駄のない予防保全が行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の好適な実施形態に係る予防保全管理システムの概略構成を示すブロック図である。

10

【図2】図1の予防保全管理システムにおける処理の一例を示すフローチャートである。

【図3】予防保全データの一例であるバッテリー電圧の測定データに基づいて猶予時間を計算する処理の一例を説明するグラフである。

【図4】予防保全データの一例であるモータの絶縁抵抗値の測定データに基づいて猶予時間を計算する処理の一例を説明するグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態を説明する。図1は、本発明の好適な実施形態に係る予防保全管理システム10の概略構成を示すブロック図である。予防保全管理システム10は、少なくとも1つ、好ましくは複数（図示例では3つ）の機械12a、12b及び12c、並びに機械12a、12b及び12cを制御する少なくとも1つ（通常は機械と同数）の機械制御装置（数値制御装置）14a、14b及び14cを含むセル16と、機械制御装置14a、14b及び14cの各々と通信可能に構成されたセル制御装置（セルコントローラ）18と、セル制御装置18と通信可能に構成された上位コンピュータ20とを備える。

20

【0018】

セル14は、予め定められた作業を実施するための複数の機械の集合である。また機械12a、12b及び12cは例えば、工作機械、（多関節）ロボット、製造機械等であり、各機械は互いに同一のものであっても異なるものであってもよい。

【0019】

30

機械制御装置14a、14b及び14cは、それぞれ機械12a、12b及び12cの動作制御を行うとともに、それぞれの機械において測定された予防保全データをセル制御装置18に送信する。ここで予防保全データには、各機械において適当な頻度で交換や保守が必要となる部品の物性や性能を示す値が含まれ、具体例としては、各機械の軸や可動部を駆動するモータの絶縁抵抗値、バッテリー電圧、冷却用ファンモータの回転数等、部品の劣化に伴って徐々に値が変化（多くの場合、低下）するものが挙げられる。

【0020】

なお本実施形態では、セル16は、製品を製造する工場等に設置可能であり、これに対して、セル制御装置18及び上位コンピュータ20は、工場とは異なる建屋等に設置可能である。この場合は、セル制御装置18と機械制御装置14a、14b及び14cとは、イントラネット等のネットワーク（第1の通信装置22）を介して接続することができる。また、上位コンピュータ20は、工場とは離れた事務所等に設置可能である。この場合は、上位コンピュータ20は、インターネット等のネットワーク（第2の通信装置24）を介して、セル制御装置18と通信可能に接続することができる。但しこれは一例であり、第1の通信装置22は、セル制御装置18と機械制御装置14a、14b及び14cとを通信可能に接続するものであればどのようなものでもよく、また第2の通信装置24は、セル制御装置18と上位コンピュータ20とを通信可能に接続するものであればどのようなものでもよい。

40

【0021】

セル制御装置18は、セル16を制御するように構成されており、具体的には、機械制

50

御装置 14 a、14 b 及び 14 c に指令を送出したり、機械制御装置 14 a、14 b 及び 14 c からそれぞれ機械 12 a、12 b 及び 12 c の稼働の状態（上述の予防保全データも含む）を取得したりすることができる。より詳細には、図 1 に示すように、セル制御装置 18 は、各機械制御装置から受信した各機械の予防保全データを所定の周期で監視し、監視した予防保全データに基づいて該予防保全データに関連する機械の部品（バッテリーやモータ等）の劣化を検出し、該部品の劣化を検出したら該部品が寿命に達するまでの猶予時間を予防保全データに基づいて算出する解析部 26 と、解析部 26 が算出した猶予時間を、劣化が検出された旨を示す警告とともに上位コンピュータ 20 に通知する通知部 28 とを備える。

【0022】

またセル制御装置 18 は、解析部 26 が監視又は解析したデータを記憶するメモリ等の記憶部 30 を有してもよい。さらに、セル制御装置 18 は、作業員や他の装置からの入力を受け付ける入力部 32 や、入力部 32 が受け付けた情報や解析部 26 が処理した内容を表示するディスプレイ等の表示部 34 を有してもよい。

【0023】

上位コンピュータ 20 は、例えばパーソナルコンピュータであり、セル制御装置 18 から受信した警告と猶予時間とに基づいて、部品交換等の保全作業が猶予時間内に完了するような保全計画を立案・作成する。より詳細には、図 1 に示すように、上位コンピュータ 20 は、セル制御装置 18 から劣化が検出された旨の警告を受信したら、セル制御装置 18 から受信した猶予時間に基づいて、部品の交換作業を含む保全計画を作成又は更新する保全計画部 36 を備える。また上位コンピュータ 20 は、保全計画部 36 が作成・更新した保全計画等を記憶するメモリ等の記憶部 38 を有してもよい。さらに、上位コンピュータ 20 は、作業員や他の装置からの入力を受け付ける入力部 40 や、入力部 40 が受け付けた情報や保全計画部 36 が処理した内容を表示するディスプレイ等の表示部 42 を有してもよい。

【0024】

図 2 は、主にセル制御装置 18 における処理の流れの一例を示すフローチャートであり、図 3 は、予防保全データ（ここではバッテリー電圧）に基づいて猶予時間を計算する処理の一例を説明するグラフである。まず、セル制御装置 18 の記憶部 30 等に保存された予防保全データを初期化し（ステップ S1）、予防保全データの測定周期を、予め定めた初期測定周期に設定する（ステップ S2）。図 3 の例では、初期測定周期は、バッテリーが正常であるとき（劣化が始まる前）のバッテリー電圧を自動測定する周期 t_1 に相当し、例えば 24 時間である。

【0025】

次に、ステップ S2 で設定された初期測定周期毎、又は後述する変更された測定周期毎に、予防保全データ（ここでは各機械のバッテリー電圧）を測定する（ステップ S3）。但しここで、予防保全データの対象部品（ここではバッテリー）が交換されている（つまりバッテリー電圧の測定値が初期値に復元している）場合は、処理はステップ S1 に戻る（ステップ S4）。

【0026】

次に、測定データを保存した後（ステップ S5）、バッテリーの劣化が検出されているか否かを自動的に判別する（ステップ S6）。図 3 の例では、その実線グラフ 50 に示すように、バッテリー電圧の測定値 V が、初期値又は正常値 V_0 よりも、予め定めた許容値を超えて小さくなったとき（例えば、 V_0 の 90% に相当する閾値 V_1 を下回ったとき）に、バッテリーの劣化が始まったと判断することができる。バッテリー電圧の測定値が許容値以上であるときは、ステップ S3 に戻る。

【0027】

ステップ S6 においてバッテリーの劣化が検出されたとき（例えば図 3 の時刻 T_1 ）は、図 3 の破線グラフ 52 で例示するように、これまでの測定データから、バッテリー電圧の今後の変化を示す寿命予測関数（近似曲線）を自動的に求め（ステップ S7）、劣化検出時

10

20

30

40

50

から、バッテリー交換が必要となる交換必要電圧 V_2 まで測定値が下がるまで(図3では時刻 T_2)の猶予時間 t_2 を自動的に計算する(ステップS8)。このようにして求めた猶予時間は、劣化が検出された旨の警告とともにセル制御装置18から上位コンピュータ20に自動で送信される(ステップS9)。上位コンピュータ20は、セル制御装置18から受信した猶予時間に基づいて、セル14の各機械における部品交換等をいつ行うべきかを定めた予防保全計画を作成・立案する。

【0028】

なお図3に示すように、バッテリー電圧の測定値は、劣化開始後は急激に変化する傾向があるので、劣化検出後は測定周期を変化させて(小さくして)バッテリー電圧の測定・監視を続行し(ステップS10 S3)、猶予時間の再計算(寿命予測関数の更新)を自動で行うことが好ましい。これにより、上位コンピュータ20は、劣化開始後は逐次、より精度の高い寿命予測関数をセル制御装置18から受信できるので、より正確な猶予時間に基づいて予防保全計画を作成・更新できるようになる。

10

【0029】

測定周期の変更は、作業者がセル制御装置18に対して入力することにより行ってもよいが、さらなる省力化の観点からは、例えば上述のステップS7において、猶予時間の計算とともに、セル制御装置18が自動で、新たな測定周期の計算を行うことが好ましい。この測定周期は、予防保全データの時間変化の度合いが大きいときほど、短くすることが望ましいので、例えば、図3におけるバッテリー電圧の測定値の時間変化割合(グラフの勾配)が大きいほど測定周期が短くなるような関数を用いて、測定周期の計算を行うことが考えられる。例えば図3では、劣化検出前はバッテリー電圧の測定・監視を1日に1回行っているが、劣化検出後は12時間、8時間、4時間のように、破線グラフ52の勾配に応じて徐々に測定周期を短くしている。

20

【0030】

なお寿命予測関数は、過去の測定データ等から経験的に求めることができる。但し、本実施形態では、劣化検出後も測定データを取得して逐次、寿命予測関数を更新することができるので、仮に劣化検出直後に作成した寿命予測関数が比較的精度の低いものであっても、上位コンピュータ20は逐次的に更新される寿命予測関数(猶予時間)に基づいて保全計画を更新できるので、作業者が不適当な保全計画に基づいて交換作業を行う可能性は極めて小さくなる。

30

【0031】

図4は、図3に類似する図であるが、予防保全データの他の例として、機械のモータの絶縁劣化の度合いを示す絶縁抵抗値 R を自動測定し、これに基づいて猶予時間を計算する処理の一例を説明するグラフである。基本的に図4の例は、測定対象がバッテリー電圧からモータ絶縁抵抗値に変更され、これに伴って上述の初期電圧 V_0 、劣化検出のための閾値 V_1 、及び交換必要電圧 V_2 が、それぞれ初期抵抗値 R_0 、劣化検出のための閾値 R_1 、及び交換必要抵抗値 R_2 に変更されている点を除けば、図3と同様である。また交換対象部品は、図3の例ではバッテリーであるが、図4の例ではモータである。

【0032】

本実施形態の変形例として、図2のフローチャートにおいて、劣化を検出するステップS6を、算出された猶予時間等を上位コンピュータに送信した後(ステップS9の後)に移動させてもよい。これにより、劣化を検出する前であっても猶予時間の計算を行うことができ、より早期の段階から保全計画を作成しておくことができるようになる。

40

【0033】

上述したように、セル制御装置18は、所定の時間周期で機械制御装置14a、14b及び14cからそれぞれ機械12a、12b及び12cの予防保全データを取得してこれを監視し、監視したデータから、該データに関連する部品に劣化の兆候があると判断した場合は、いつまでに交換・保全作業を行うべきかを示す猶予時間を算出し、算出した猶予時間を警告とともに上位コンピュータ20に送信する。そして上位コンピュータ20は、既に作成されている保全計画において、通知された猶予時間内の部品交換作業の追加又

50

は更新を行うことができる。このようにして求めた猶予時間は、部品の個体差等も含めた寿命を表すものであるので、従来のように部品の交換周期を一律に定めていた場合等に比べ、無駄を少なくすることができる。さらに、寿命の予測やこれに基づく保全計画の作成は全て自動で行うことができるので、作業者の負担も増加しない。従って本実施形態によれば、保全計画作成の合理化と部品交換時期の適正化とによる、確実に無駄のない予防保全を行うことができる。

【符号の説明】

【 0 0 3 4 】

- 1 0 予防保全管理システム
- 1 2 a、1 2 b、1 2 c 機械
- 1 4 a、1 4 b、1 4 c 機械制御装置
- 1 6 セル
- 1 8 セル制御装置
- 2 0 上位コンピュータ
- 2 2 第 1 の通信装置
- 2 4 第 2 の通信装置
- 2 6 解析部
- 2 8 通知部
- 3 0、3 8 記憶部
- 3 2、4 0 入力部
- 3 4、4 2 表示部

10

20

【要約】

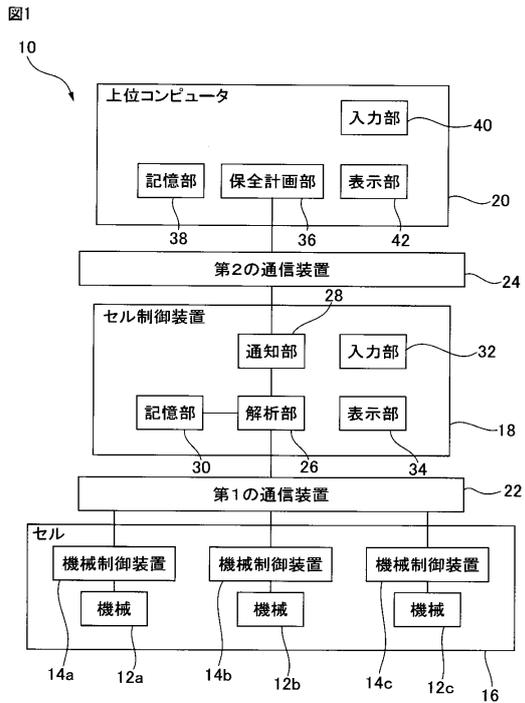
【課題】予防保全データを監視することにより、部品が寿命に達するまでの猶予時間を正確に求めることができ、これに基づいて適切な保全計画を作成可能な予防保全管理システムの提供。

【解決手段】予防保全管理システム 1 0 は、機械 1 2 a - 1 2 c、及び機械制御装置 1 4 a - 1 4 c を含むセル 1 6 と、各機械制御装置と通信可能に構成されたセル制御装置 1 8 と、セル制御装置 1 8 と通信可能に構成された上位コンピュータ 2 0 とを備える。セル制御装置 1 8 は、監視した予防保全データに基づいて部品の劣化を検出し、該部品の猶予時間を予防保全データに基づいて算出する解析部 2 6 と、算出した猶予時間を、警告とともに上位コンピュータ 2 0 に通知する通知部 2 8 とを備える。上位コンピュータ 2 0 は、セル制御装置 1 8 から警告を受信したら、通知された猶予時間に基づいて保全計画を作成又は更新する保全計画部 3 6 を備える。

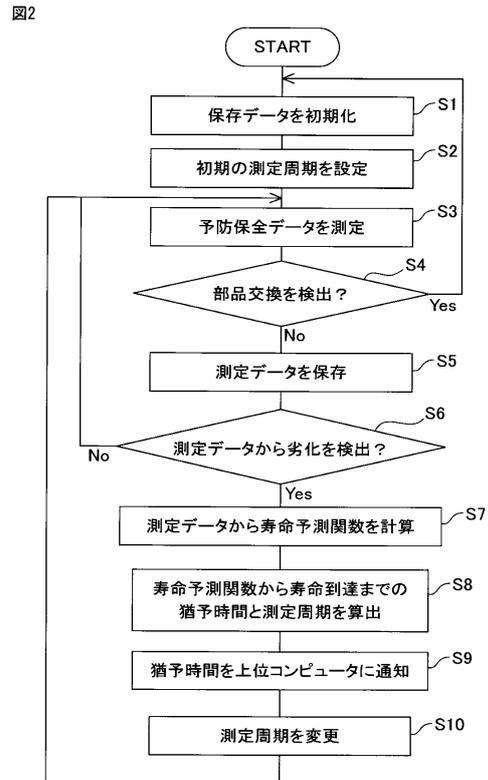
30

【選択図】図 1

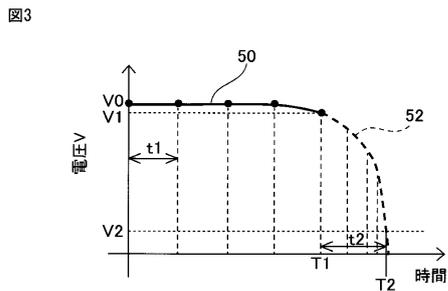
【図1】



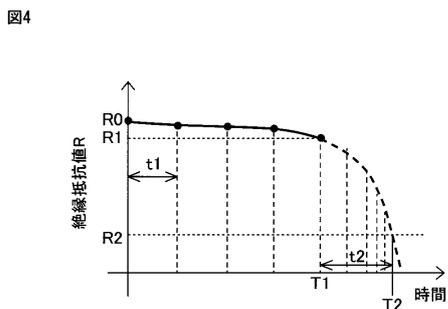
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(74)代理人 100159684

弁理士 田原 正宏

(72)発明者 中里 友美

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 後藤 健志

(56)参考文献 特開平3 - 113511 (JP, A)

特開2006 - 309279 (JP, A)

特開2003 - 150237 (JP, A)

特開平10 - 161733 (JP, A)

特開2015 - 114778 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05B 23/02

G05B 19/418