

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-132961

(P2011-132961A)

(43) 公開日 平成23年7月7日(2011.7.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F03D 7/00 (2006.01)	F03D 7/00	3H078
G01P 3/44 (2006.01)	G01P 3/44 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-286070 (P2010-286070)
 (22) 出願日 平成22年12月22日 (2010.12.22)
 (31) 優先権主張番号 09015864.3
 (32) 優先日 平成21年12月22日 (2009.12.22)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. J A V A

(71) 出願人 390039413
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
 Siemens Aktiengesellschaft
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2
 Wittelsbacherplatz
 2, D-80333 Muenchen,
 Germany
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也
 (74) 代理人 100061815
 弁理士 矢野 敏雄

最終頁に続く

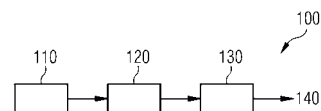
(54) 【発明の名称】 風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステムおよび方法、ならびに、風力タービン、コンピュータプログラムおよびコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】コスト効率的な風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステムを提供する。

【解決手段】風力タービンの非常用システム 140 をトリガするためのシステム 100 は、風力タービンのロータの一部の加速度値を検出するセンサ 110 と、センサ 110 に接続されており、センサ 110 から加速度値を受信し、加速度値に基づいて風力タービンのロータのロータ回転速度値を求める評価ユニット 120 と、評価ユニット 120 に接続されており、ロータ回転速度値を受信し、ロータ回転速度値が所定の限界値を超えた場合に、非常用システム 140 をトリガするトリガユニット 130 と、を備えている。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステムであって、
風力タービンのロータの一部の加速度値を検出するセンサと、
前記センサに接続されており、前記センサから加速度値を受信し、該加速度値に基づいて前記風力タービンのロータのロータ回転速度値を求める評価ユニットと、
前記評価ユニットに接続されており、前記ロータ回転速度値を受信し、前記ロータ回転速度値が所定の限界値を超えた場合に、前記非常用システムをトリガするトリガユニットと、
を備えていることを特徴とするシステム。

10

【請求項 2】

前記センサは加速度計である、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 3】

前記センサはロータにおける重力の方向を検出する、請求項 1 または 2 記載のシステム

。

【請求項 4】

前記評価ユニットは、前記風力タービンの制御ユニットに設けられている、請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 5】

前記ロータの、前記ロータ回転速度値よりも高速の高速回転速度値を検出する高速回転速度センサと、

20

前記高速回転速度センサからの高速回転速度値と、前記ロータ回転速度値とを受信し、さらに、前記高速回転速度値と前記ロータ回転速度値との比較に基づいて比較値を得る比較ユニットと、

前記比較値が所定の限界値を超える場合に、前記比較ユニットの結果に基づいて速度センサの障害を検出する検出ユニットと、

をさらに備えている、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 6】

検出された超過速度が所定の限界値を超える場合に、前記非常用システムをトリガする超過速度コントローラを備えている、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項記載のシステム。

30

【請求項 7】

前記超過速度コントローラは、超過速度を検出する誘導型センサを備えている、請求項 6 記載のシステム。

【請求項 8】

非常用システムと、

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項記載の非常用システムをトリガするシステムと、

を備えていることを特徴とする風力タービン。

【請求項 9】

風力タービンの非常用システムをトリガするための方法であって、

風力タービンのロータの一部の加速度値をセンサにより検出するステップと、

40

前記センサに接続されている評価ユニットを介して、前記センサから前記加速度値を受信するステップと、

前記加速度値に基づいて、前記風力タービンのロータのロータ回転速度値を求めるステップと、

前記評価ユニットに接続されているトリガユニットが、前記評価ユニットからロータ回転速度値を受信するステップと、

前記ロータ回転速度値が所定の限界値を超える場合に、前記非常用システムをトリガするステップと、

を備える方法。

【請求項 10】

50

風力タービンの非常用システムをトリガするためのコンピュータプログラムであって、データプロセッサにより実行されるとき、請求項 9 記載の方法を制御するよう構成されている、コンピュータプログラム。

【請求項 11】

プロセッサにより実行されるとき、請求項 9 記載の方法を実行または制御するよう構成されている、風力タービンの非常用システムをトリガするためのコンピュータプログラムが保存されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、風力タービンなどの発電機械の非常用システムをトリガする技術分野に関する。特に、本発明は、風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステムおよび方法に関する。さらに、本発明は、上記方法を実行するよう構成されている、風力タービン、コンピュータプログラムおよびコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

風力タービンのロータがハブに取り付けられている場合、ロータは非常用システムを有し、この非常用システムによって、超過速度が生じた際、または発電機の高速回転時の測度と低速回転時の測度との差が非常に大きい場合にロータまたは風力タービンを停止するための非常用システムを有する。

20

【0003】

風力タービンの従来のシステムは、非常用安全システムをトリガすることができる、冗長な超過速度検出システムを有している。超過速度コントローラは超過速度を測定するためのスレーブモジュールと、超過速度を検出するためのメインコンピュータとを備える。限界値はメインコントローラに保存されているパラメタであり、センサは誘導型センサである。いわゆる超過速度コントローラは、「安全スイッチ」をオンにすることにより、液圧式非常用システムをトリガする。ハブのスレーブモジュールは安全回路を閉路することができる。しかし、この機構はシステム内の C A N バスにおける通信障害が検出されるか、あるいは、スレーブモジュール内部のウォッチドッグによりシステムが再起動される場合にしか用いられない。

30

【0004】

従来のシステムは、低速 (L S) 速度をモニタリングし、また限界値を超えた場合には、結線接続された非常用回路により液圧式非常用システムをトリガする低速モニタリングユニット (L M U) をさらに備えている。 L M U はメインコンピュータに速度に関するフィードバックを出力し、メインコンピュータは L M U が動作状態にあるかを監視する。さらに従来のシステムは、限界値を超えた場合に、結線接続された非常用回路をトリガする高速 (H S) 非中央ユニット (H C U) を備えている。また、速度センサの障害は、発電機の H S 回転時の速度と L S 回転時の速度との差が非常に大きいことにより検出される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0005】

したがって本発明の課題は、風力タービンの非常用システムをトリガするためのコスト効率が良いアプローチを採用したシステム、風力タービン、方法、コンピュータプログラムおよびコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この必要性は独立請求項の対象により満たされる。本発明の有利な実施形態は従属請求項に記載されている。

【0007】

本発明の第 1 の態様では、風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステム

50

が提供される。当該システムは、風力タービンのロータの一部の加速度値を検出するセンサと、このセンサに接続されており、センサから加速度値を受信し、該加速度値に基づいて風力タービンのロータのロータ回転速度値を求めるように構成されている評価ユニットと、この評価ユニットに接続されており、ロータ回転速度値を受信し、ロータ回転速度値が所定の限界値を超えた場合に、非常用システムをトリガするよう構成されているトリガユニットと、を備えている。

【0008】

上記のシステムは、例えばロータの方位角を評価している間に、副次的な結果をロータの一部の加速度の測定に用いることができるという着想に基づく。ロータの一部について測定または検出された加速度値を、ロータの回転速度の評価に用いることができる。速度測定は、1回転で見れば、平均して非常に正確である。通常動作であれば、この速度測定はモニタリング用途にとって十分なものである（精度約2%）。このシステムによれば、従来のシステムに用いられているようなLMUを省くことができ、かつ、低速速度センサも省くことができる。

【0009】

本発明の一実施形態では、センサは加速度計である。加速度計を、ハブ内またはロータの一部、例えばブレードに配置することができる。従来のシステムでは、通常速度センサが主軸に配置されていた。本実施形態では、例えば2軸加速度計を用いることができる。

【0010】

本発明の他の実施形態では、センサはロータにおける重力の方向を検出するよう構成されている。重力はロータの動作中に発生する。

【0011】

本発明の他の実施形態では、評価ユニットは、風力タービンの制御ユニットに設けられている。コントロールユニットは、例えばメインコントローラであってもよい。評価ユニットは、メインコンピュータとは別個に設けられているハブモジュール内に配置されてもよい。ハブモジュールはスイッチを介して非常用回路に独立してアクセスし、タービン自体を停止することができるようにしてもよい。

【0012】

本発明の他の実施形態では、システムは、ロータの、ロータ回転速度値よりも高速の高速回転速度値を検出する高速回転速度センサと、高速回転速度センサからの高速回転速度値およびロータ回転速度値を受信するよう構成されており、さらに、高速回転速度値とロータ回転速度値との比較に基づいて比較値を得るよう構成されている比較ユニットと、比較値が所定の限界値を超える場合に、比較ユニットの結果に基づいて速度センサの障害を検出するよう構成されている検出ユニットとをさらに備えている。この実施形態によれば、速度センサの障害をも検出するLS速度センサを省くことができる。従来のシステムでは、速度センサの障害は発電機のHS回転時の速度とLS回転時の速度の差が大きいことで検出される。従来のシステムでは、ギアボックスと主軸とに取り付けられた2つの速度センサにより両方の速度が測定される。

【0013】

本発明の他の実施形態では、システムは、検出された速度超過が所定の限界値を超える場合に、非常用システムをトリガする超過速度コントローラを備えている。超過速度はスレーブモジュールにより測定し、またメインコンピュータ(MC)により検出することができる。限界値はメインコンピュータに保存されたパラメタであってもよい。超過速度コントローラ（と呼ばれる場合がある）は「安全スイッチ」をオンにすることにより液圧式非常用システムをトリガすることができる。安全スイッチとは、非常用システムをアクティブにするか、または、トリガするための回路を閉路するスイッチである。ハブ内のスレーブモジュールは安全回路を閉路することができる。しかし、この機構は、CANバスで通信障害が検出される場合、または、スレーブモジュール内部のウォッチドッグによりシステムが再起動される場合にのみ用いられる。

【 0 0 1 4 】

本発明の他の実施形態では、超過速度コントローラは、超過速度を検出する誘導型センサを備えている。誘導型センサは電子的な近接センサであってもよい。このセンサをHS速度の検出に用いることができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の別の態様では、風力タービンの非常用システムをトリガするための方法が提供される。当該方法は、風力タービンのロータの一部の加速度値をセンサにより検出するステップと、センサに接続されている評価ユニットを介して、センサから加速度値を受信するステップと、加速度値に基づいて、風力タービンのロータのロータ回転速度値を求めるステップと、評価ユニットに接続されているトリガユニットが、評価ユニットからロータ回転速度値を受信するステップと、ロータ回転速度値が所定の限界値を超える場合に、非常用システムをトリガするステップと、を備える。

10

【 0 0 1 6 】

上記の方法も、例えばロータの方位角を評価している間に、このロータの方位角の評価の副次的な結果をロータの一部の加速度の測定に用いることができ、低速(LS)センサが必要ではない、という着想に基づく。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の態様では、非常用システムを備える風力タービンと、上述した風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステムが提供される。

【 0 0 1 8 】

風力タービンは例えばコントローラまたはコンピュータ内にシステムを有することができる。したがって、ロータの方位角の評価の値を非常用システムをトリガするために再利用することができる。

20

【 0 0 1 9 】

本発明の他の態様では、風力タービンの非常用システムをトリガするためのコンピュータプログラムが提供される。コンピュータプログラムは、データプロセッサにより実行される場合に、風力タービンの非常用システムをトリガするための上述の方法を制御するよう構成されている。

【 0 0 2 0 】

本明細書においてコンピュータプログラムとして参照するものは、上記の方法の実施と協働するためにコンピュータシステムを制御するための命令を含むプログラム要素を参照することと同義である。

30

【 0 0 2 1 】

コンピュータプログラムは、任意の適切なプログラミング言語、例えばJ A V A、C++等で記述されたコンピュータ読出し可能な命令コードとして構成することができ、またコンピュータ読出し可能な媒体(リムーバブルディスク、揮発性メモリまたは不揮発性メモリ、組み込みメモリ/組み込みプロセッサ等)に記憶することができる。この命令コードは、意図された機能を実行するためのコンピュータまたは別の任意のプログラミング可能な装置をプログラミングするために実行することができる。コンピュータプログラムは、例えばワールドワイドウェブ(WWW)等のネットワークからダウンロードすることにより入手可能とすることができる。

40

【 0 0 2 2 】

本発明は、それぞれソフトウェアとして実施されるコンピュータプログラムにより実現することができる。しかし、本発明は、それぞれハードウェアとして実施される1つまたは複数の特定の電子回路により実現することもできる。さらに、本発明は、ハイブリッド形態、すなわち、ソフトウェアモジュールとハードウェアモジュールを組み合わせることで実現することもできる。

【 0 0 2 3 】

本発明の他の態様では、プロセッサにより実行される場合に、風力タービンの非常用システムをトリガするための方法を実行または制御するよう構成されているコンピュータ

50

プログラムが保存されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体（例えば、ＣＤ、ＤＶＤ、ＵＳＢスティック、フロッピー（登録商標）ディスクまたはハードディスク）が提供される。

【００２４】

本発明の複数の実施形態を種々の対象を参照して説明したことに留意されたい。とりわけこれらの実施形態では、方法カテゴリーの請求項に関連して説明しているものと、装置カテゴリーの請求項に関連して説明しているものとがある。しかし当業者であれば、上記および下記の記載から、それ以上特記しなくても、別のカテゴリーの対象に属する特徴のすべての任意の組み合わせの他に、異なる対象に関する特徴のすべての任意の組み合わせも本願の開示内容と見なされ、とりわけ方法カテゴリーの請求項の特徴と装置カテゴリーの請求項の特徴との組み合わせも本願の開示内容と見なされることを理解することができる。

10

【００２５】

本発明の上述の態様またさらなる態様は、実施例を参照して説明する以下の記載より明らかになる。本発明を以下では実施例を参照して詳細に説明するが、本発明はそれらの実施例に限定されない。

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【図１】本発明の実施形態にかかるシステムを示す。

【図２】本発明の他の実施形態にかかるシステムを示す。

20

【図３】風力タービンの非常用システムをトリガするための従来のシステムを示す。

【発明を実施するための形態】

【００２７】

各図は概略的なものであることに注意されたい。また、異なる図において、同じ構成要素ないし同様の構成要素には同一の参照番号ないし参照符号が付されているか、または、最初の数字だけが異なっている参照番号が付されている。

【００２８】

図１は本発明の一実施例を示す。風力タービンの非常用システムをトリガするためのシステム１００は、風力タービンのロータの一部の加速度値を検出するためのセンサ１１０を備えている。センサ１１０には評価ユニット１２０が接続されている。評価ユニット１２０はセンサ１１０から加速度値を受信し、その加速度値に基づいて風力タービンのロータのロータ回転速度値を求めるように構成されている。評価ユニット１２０はトリガユニット１３０に接続されている。トリガユニット１３０は、ロータ回転速度値を受信し、そのロータ回転速度値が所定の限界値を超えた場合に非常用システム１４０をトリガするように構成されている。所定の限界値は風力タービンのハブモジュールに保存されていてもよい。

30

【００２９】

図３は、風力タービンの非常用システムをトリガする従来のシステム３００を示す。システム３００はハブ３０５に取り付けられたブレード３０６を備えている。ハブ３０５は主軸３０４に接続されており、さらにこの主軸３０４はギアボックス３０３に接続されている。主軸３０４には低速（ＬＳ）を検出するためのＬＳセンサ３８２が取り付けられている。ギアボックス３０３には高速（ＨＳ）を検出するためのＨＳセンサ３７２が取り付けられている。

40

【００３０】

超過速度は、ＨＳセンサ３７２から信号を受信するスレーブモジュール（ＩＯＭ１）３７０により測定され、またメインコンピュータ（ＭＣ）３０１により検出される。加速度の限界値はメインコントローラに保存されているパラメタである。ＨＳセンサ３７２は誘導型センサである。いわゆる超過速度コントローラは、「安全スイッチ」３７１をオンにすることにより、少なくとも２つの液圧弁３４１、３４２を有する液圧式非常用システム３４０をトリガする。

50

【 0 0 3 1 】

ハブ 3 0 5 内のスレーブモジュール 3 6 0、3 7 0、3 0 9、3 5 0 は、例えばスイッチ 3 6 1、3 3 1、3 5 1 を介して安全回路を閉路することができる。しかし、この機構はこんにちでは、CAN バス 3 0 8 で通信障害が検出されるか、あるいは、スレーブモジュール 3 6 0、3 7 0、3 0 9、3 5 0 内部のウォッチドッグによりシステムが再起動される場合にしか用いられない。

【 0 0 3 2 】

低速モニタリングユニット (L M U) 3 8 0 は L S 速度をモニタリングし、また限界値を超えた場合には、結線接続された非常用回路 3 6 1、3 8 1 により液压式非常用システム 3 4 0 をトリガする。L M U 3 8 0 はメインコンピュータ 3 0 1 に対して速度に関するフィードバックを出力し、メインコンピュータ 3 0 1 は L M U 3 8 0 が動作状態にあるかを監視している。高速非中央ユニット (H C U) 3 0 2 は、限界値を超えた場合に、結線接続された非常用回路 3 0 7 をトリガする。速度センサの障害は、発電機の H S 回転時の速度と L S 回転時の速度との差が非常に大きな場合に検出される。

【 0 0 3 3 】

図 2 は、本発明の他の実施形態にかかるシステムを示す。図 3 に示した従来のシステムと同様に、システム 2 0 0 はハブ 2 0 5 に取り付けられたブレード 2 0 6 を備えている。ハブ 2 0 5 は主軸 2 0 4 に接続されており、さらにこの主軸 2 0 4 はギアボックス 2 0 3 に接続されている。ギアボックス 2 0 3 には高速 (H S) を検出するための H S センサ 2 7 2 が取り付けられている。

【 0 0 3 4 】

超過速度は、H S センサ 2 7 2 から信号を受信するスレーブモジュール (I O M 1) 2 7 0 により測定され、またメインコンピュータ (M C) 2 0 1 により検出される。加速度の限界値はメインコントローラに保存されているパラメタである。H S センサ 2 7 2 は誘導型センサである。いわゆる超過速度コントローラは、「安全スイッチ」2 7 1 をオンにすることにより、少なくとも 2 つの液压弁 2 4 1、2 4 2 を有する液压式非常用システム 2 4 0 をトリガする。

【 0 0 3 5 】

ハブ 2 0 5 内のスレーブモジュール 2 6 0、2 7 0、2 0 9、2 5 0 は、例えばスイッチ 2 6 1、2 3 1、2 5 1 を介して安全回路を閉路することができる。しかし、この機構は、CAN バス 2 0 8 で通信障害が検出されるか、あるいは、スレーブモジュール 2 6 0、2 7 0、2 0 9、2 5 0 内部のウォッチドッグによりシステムが再起動される場合にのみ用いられる。

【 0 0 3 6 】

低速 (L S) モニタリングユニット (L M U) 3 8 0 により L S 速度がモニタリングされ、L S 測度が限界値を超えた場合に、結線接続された非常用回路 3 0 7 により液压式非常用システム 3 4 0 がトリガされる従来のシステム 3 0 0 とは異なり、本実施の形態にかかるシステム 2 0 0 は、ロータの方位角評価の副次的な結果である速度評価 2 2 0 に基づく、スマート L M U ユニットまたは評価ユニット 2 3 0 を備えている。H S センサ 2 7 2 は、重力の方向を検出する加速度計である。速度測定は、1 回転で見れば、平均して非常に正確である。通常動作であれば、この速度測定はモニタリング用途にとって十分なものである (精度約 2 %)。評価ユニット 2 3 0 は、メインコンピュータ 2 0 1 とは別個に設けられているハブモジュール 2 0 9 内に配置される。ハブモジュール 2 0 9 はスイッチ 2 3 1 を介して非常用回路 2 0 7 に独立してアクセスし、タービン自体を停止することができる。

【 0 0 3 7 】

高速 (H S) 非中央ユニット (H C U) 2 0 2 は、限界値を超えた場合に、結線接続された非常用回路 2 0 7 をトリガする。H S 速度センサ 2 7 2 の障害は、発電機の L S 回転時の速度と H S 回転時の速度との差が非常に大きな場合に検出される。ここで、H S 速度センサ 2 7 2 の値は、評価ユニット 2 3 0 により求められたロータの回転速度と比較され

10

20

30

40

50

る。これにより、従来のシステム 300 において用いられるような L S 速度センサを省くことができる。タービンが動作に供される前、組み立て後の最初の 30 分間、速度評価ユニット 230 における較正を実行することが必要な場合がある。

【0038】

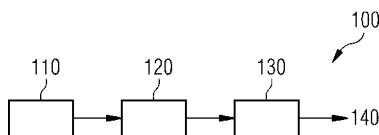
従来のシステムのように主軸に設けた通常速度センサを用いる代わりに、ハブに設けた 2 軸加速度計を用いて速度が求められる。これにより、速度計を省いて、L S 速度ユニット (LMU) を例えば既存のハブコントローラのソフトウェア機能で置き換えることが可能となる。速度センサの障害は、発電機の速度と評価された速度とを比較することによっても検出することができる。

【0039】

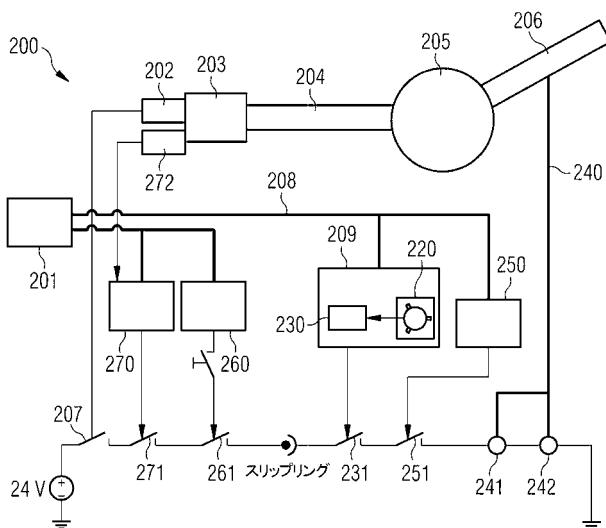
本明細書中、「～を備える」、「～を有する」なる語はそれ以外の要素を有することを排除せず、「1つの」なる語は当該の要素が複数個設けられることを排除しない。また、各実施例について説明した要素は相互に組み合わせることもできる。また、特許請求の範囲の記載に添えられている参照番号はそれぞれの要素を限定するものでないことに注意されたい。

10

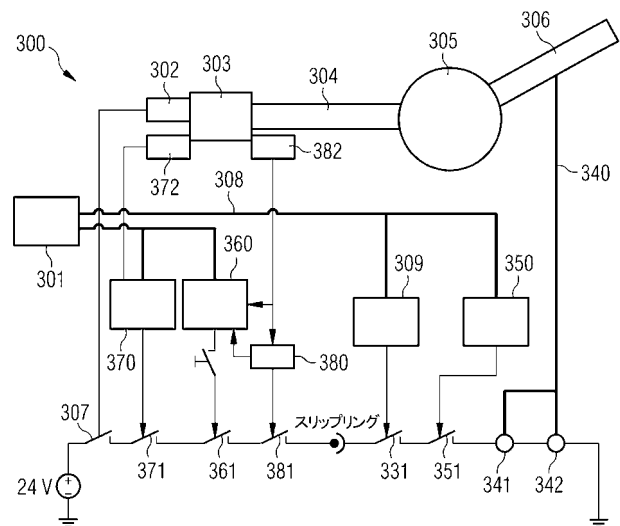
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100112793
弁理士 高橋 佳大
(74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
(74)代理人 100156812
弁理士 篠 良一
(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(72)発明者 ペール イェゲダール
デンマーク国 ヘールニン クローヴェイエ ン 3 7
(72)発明者 オーレ ケア
デンマーク国 グリンステズ ダルソヴェイ 1 5 1
(72)発明者 モーウンス ロン
デンマーク国 ヴィゼベク トロルヘゼヴェイ 7
Fターム(参考) 3H078 AA01 AA05 BB16 BB21 CC01 CC51 CC61