

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-503863
(P2025-503863A)

(43)公表日 令和7年2月6日(2025.2.6)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

G 0 1 R 31/00 (2006.01)

G 0 1 R 31/00

2 G 0 3 6

F 0 3 D 17/00 (2016.01)

F 0 3 D 17/00

3 H 1 7 8

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全15頁)

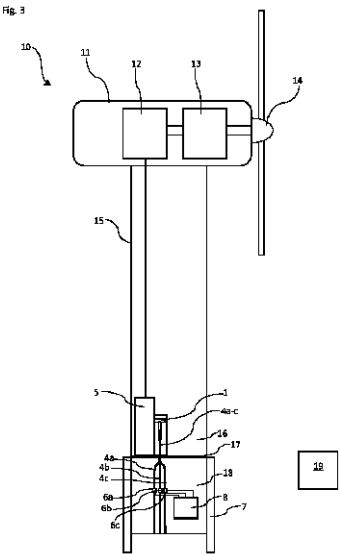
(21)出願番号	特願2024-540003(P2024-540003)	(71)出願人	518399243
(86)(22)出願日	令和5年1月20日(2023.1.20)		オルステッド・ウィンド・パワー・エー
(85)翻訳文提出日	令和6年7月2日(2024.7.2)		／エス
(86)国際出願番号	PCT/EP2023/051335		Orsted Wind Power A
(87)国際公開番号	WO2023/139197		／S
(87)国際公開日	令和5年7月27日(2023.7.27)		デンマーク国、7 0 0 0 フレデリシア
(31)優先権主張番号	22152784.9		、クラフトベルクスベイ 5 3
(32)優先日	令和4年1月21日(2022.1.21)		Kraftvaerksvej 53,
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		7 0 0 0 Fredericia, De
			nmark
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW), EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES, FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV 最終頁に続く	(74)代理人	100137095
			弁理士 江部 武史
		(74)代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72)発明者	クウィコウスキー, オリバー ニコラス 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 風力タービンケーブルコネクタ監視方法および装置

(57)【要約】

ケーブル（４）に取り付けられたコネクタ（１）を監視するための風力タービンケーブルコネクタ監視方法および装置。温度センサー（６）は、コネクタ（１）からケーブル（４）に沿った既知の距離の位置で測定温度を感知するために提供される。コントローラ（８、１９）は、コネクタ（４）が使用中である間に、温度センサー（６）から測定温度を記録し、測定温度およびコネクタ（１）からのケーブル（４）に沿った既知の距離の位置に基づき、コネクタ（４）における潜在的な故障状態を特定する。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ケーブルに取り付けられたコネクタを監視するための風力タービンケーブルコネクタ監視方法であって、

前記コネクタが使用中である間に、前記コネクタから前記ケーブルに沿った既知の距離の前記ケーブル上の位置で、測定温度を感知するステップと、

前記測定温度および前記位置に基づき、前記コネクタにおける潜在的な故障状態を特定するステップと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記潜在的な故障状態の前記特定に応答して警報を生成するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 3】

前記潜在的な故障状態は、前記コネクタの温度が第一の閾値を超えること、および前記コネクタの温度が所定の期間にわたって第二の閾値を超えることのうちの一つまたは複数を含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

潜在的な故障状態を特定する前記ステップは、前記測定温度および前記位置を使用して前記コネクタの温度を推定するステップを含む、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記コネクタの温度を推定する前記ステップは、モデルを使用して、前記測定温度を前記コネクタの推定される温度に変換することを含む、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記モデルは、前記ケーブルの熱伝播特性、ケーブル材料の熱特性、周囲温度状態、および測定温度の変化の検出速度のうちの一つまたは複数を検討する、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記潜在的な故障状態を特定する前記ステップは、別のコネクタに関連付けられる測定温度の同時変化と比較して、前記測定温度の変化の差を特定することを含む、請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 8】

ケーブルに取り付けられたコネクタを監視するための風力タービンケーブルコネクタ監視装置であって、

前記コネクタから前記ケーブルに沿って既知の距離の位置で測定温度を感知するための温度センサーと、

前記コネクタが使用中である間に前記温度センサーから前記測定温度を記録し、前記測定温度および前記位置に基づき、前記コネクタにおける潜在的な故障状態を特定するためのコントローラと、を含む、装置。

【請求項 9】

前記コントローラは、前記潜在的な故障状態を特定することに応答して、警報を生成するようにさらに構成される、請求項 8 に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

40

【請求項 10】

前記潜在的な故障状態は、前記コネクタの温度が第一の閾値を超えること、および前記コネクタの温度が所定の期間にわたって第二の閾値を超えることのうちの一つまたは複数を含む、請求項 9 に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

【請求項 11】

前記コントローラは、前記測定温度および前記位置を使用して前記コネクタの温度を推定することによって、前記潜在的な故障状態を特定するように構成される、請求項 8

50

～ 10 のいずれか一項に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

【請求項 12】

前記コントローラーは、モデルを使用して、前記測定温度を前記コネクタの推定される温度に変換することによって、前記コネクタの推定される温度を算出するように構成される、請求項 11 に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

【請求項 13】

前記温度センサーを前記ケーブルの外側シースに取り付けるためのケーブルマウントをさらに含む、請求項 8～12 のいずれか一項に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

【請求項 14】

複数のコネクタのそれぞれからそれぞれ対応する複数のケーブルに沿って既知の距離の位置でそれぞれ対応する複数のケーブルに取り付けられ、それらの位置でそれぞれ対応する複数の測定温度を感知するための複数の温度センサーをさらに含み、

前記コントローラーは、前記複数のコネクタが使用中である間に、前記複数の温度センサーから前記複数の測定温度を記録するためのものであり、前記複数の測定温度および前記複数のケーブルのそれぞれ上の前記温度センサーの前記位置に基づき、前記複数のコネクタのうちの一つまたは複数における前記潜在的な故障状態を特定するためのものである、請求項 8～13 のいずれか一項に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

【請求項 15】

前記コントローラーは、前記複数の温度センサーのうちの二つ以上に対する前記測定温度の同時変化の差を特定することに基づき、前記潜在的な故障状態を特定するように構成される、請求項 14 に記載の風力タービンケーブルコネクタ監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、風力タービンケーブルコネクタ監視方法およびそれを実施するための装置に関する。本開示は、特に、Tコネクタなどの風力タービンスイッチギアケーブルコネクタ、ならびにスイッチギアアセンブリの外部からのスイッチギアケーブルコネクタの遠隔監視のための装置および方法に関する。本開示はまた、高電圧ケーブルまたは中電圧ケーブル用のコネクタの監視に特に関連する。

【背景技術】

【0002】

風力タービンは、故障が発生した場合に、風力タービン内部の電気機器を保護するための回路ブレーカー／ヒューズ／切断装置として機能する、風力タービントワーの基部の内側に位置するスイッチギアを含む。スイッチギアは、典型的に、風力タービンの主変圧器に接続される回路ブレーカーと、風力タービンをコレクターグリッドに接続するための一つまたは複数のケーブルポートと、を含む。

【0003】

スイッチギアへの接続は、典型的には、高電圧ケーブルをスイッチギアユニットに取り付けるために使用されるTコネクタの形態で提供される、いくつかのコネクタによって容易にされる。図1は、例示的なTコネクタ1を示す。Tコネクタ1は、スイッチギア上の対応するポートに接続するインターフェイス部分2と、インターフェイス部分2に垂直に延在し、高／中電圧ケーブル4に接続する導体コネクタ部分3と、を含む。また、Tコネクタ1は、他のTコネクタとスタック（stack）されることができ、それによって、一つのTコネクタ1のインターフェイス部分2は、スイッチギアユニットに接続され、Tコネクタの他方の部分が、別のTコネクタに接続される。このスタックは、多くの場合、風力タービン間の接続を可能にするために使用される。Tコネクタ1は、例えば、厚いEPDMゴム層から形成される絶縁ジャケット内に覆われて、部分を絶縁する。ケーブルはまた、絶縁外側シースで覆われる。

【0004】

図2は、スイッチギアアセンブリーのコネクタ領域のカバーが取り除かれた、スイッチギアユニット5の前面部の等角図を示す。この図では、四つの高／中電圧ケーブル4a～dに関連付けられる四つのTコネクタ1a～dは、スイッチギアユニット5に接続されており、Tコネクタ1aおよび1dは、上述のようにスタックされた配置で接続される。図示の目的で四つのTコネクタがここに示されるが、実際には、スイッチギアユニットは、異なる数のTコネクタおよび関連するケーブルに取り付けられてもよい。例えば、多くの配置は、三つ、六つ、または九つのTコネクタが存在してもよく、三つのセットはスタックされた構成で取り付けられている。示されるように、ケーブル4a～dは、通常、風力タービンタワーの基部において、床の下から上へ配線される。このように、海洋風力タービンの場合、いくつかのケーブル4a～dは、従って、典型的には、風力タービン設備の移行ピースを通して供給され、そこで、それらは、それぞれの対応するTコネクタ1a～dのインターフェイス部分2a～dを通してスイッチギアに接続する。

10

【0005】

非常に高い電力負荷がTコネクタ1を通して供給されるため、故障しやすい。例えば、製造上の欠陥もしくは設置の問題、またはこれらの要因の組み合わせなどの、コネクタ自体における電力サージまたは下地の問題の場合、高電圧および電流は、Tコネクタ内の部分間のアーク放電および加熱をもたらし、例えば、インターフェイス2と導体コネクタ3部分との間の内部リンク機構、またはこれらの構成要素を囲む絶縁ジャケット内の機械的損傷をもたらし得る。さらに、例えば、製造、汚染、または工作から生じる比較的小さな初期欠陥は、部分間の抵抗を増加させ、ホットスポットおよび経時的な漸進的なさらなる損傷につながり得る。Tコネクタは、日常的な保守中に検査されるが、より小さな損傷または根底にある損傷が直ちに特定されない場合があり、従って、問題が発見されるのは、Tコネクタが完全に故障したときである。

20

【0006】

Tコネクタが故障した事例において、風力タービンの動作を回復させることができる前に交換する必要がある。これは、欠陥のあるTコネクタを切断し、対応するケーブルから取り外し、新しいコネクタを嵌合することができる前に、影響を受けた風力タービン発電機を絞り込み、オフラインにする必要があるため、問題を呈する。これはまた、故障した風力タービンと同じストリング上の隣接するタービンに影響を与える可能性がある。こうした修理作業は、特に海洋風力タービンの場合、現場を訪問するための専門の高電圧の認可された修理技術者を必要とし、これはスケジュールに時間がかかる可能性がある。結果として、Tコネクタの故障は、風力タービンが稼働していない長期間につながる可能性がありこれは費用がかかりえる。この問題は、一つの風力タービンでの故障が、同じケーブルストリングに接続される他の風力タービンに影響を与える可能性があるため、さらに悪化する。

30

【0007】

従って、本発明は上記問題に対処することを求めたものである。

【発明の概要】

【0008】

本発明の第一の態様によれば、ケーブルに取り付けられたコネクタを監視するための風力タービンケーブルコネクタ監視方法が提供され、方法は、コネクタが使用中である間に、コネクタからケーブルに沿った既知の距離のケーブル上の位置で、測定温度を感知するステップと、測定温度および位置に基づき、コネクタにおける潜在的な故障状態を特定するステップと、を含む。

40

【0009】

このようにして、スイッチギアTコネクタなどのコネクタにおける潜在的な故障は、コネクタから離れた、取り付けられたケーブル上で取られた温度測定値に基づき、事前に特定され得る。すなわち、方法は、ケーブル材料の熱伝播特性を考慮することによって、ケーブルを通して伝導される熱に基づき、コネクタで生じる損傷を特定し得る。こ

50

れにより、異なる区画など、スイッチギアアセンブリーから離れた距離でコネクターの完全性を監視することができる。このように、監視のためのセンサーは、専門の高電圧認定技術者を必要とせずに、かつスイッチギアアセンブリー自体を損なうことなく、嵌合され得る。潜在的な故障状態が特定されると、コネク터를交換または修理するための先行保全動作がスケジュールされ得る。これにより、ダウンタイムを最小化し、制御不能な故障シナリオで発生し得る他のタービン構成要素への潜在的な損傷のリスクを回避するのに役立ち得る。

【0010】

実施形態では、方法は、潜在的な故障状態の特定に応答して警報を生成するステップをさらに含む。このようにして、オペレーターまたは修理技術者は、コネクターの状態を調査する必要性に自動的に警告され得る。例えば、実施形態では、警報は、コネクター状態の遠隔監視のための遠隔警報であり得る。

10

【0011】

実施形態では、潜在的な故障状態は、コネクターの温度が第一の閾値を超えること、およびコネクターの温度が所定の期間にわたって第二の閾値を超えることのうちの一つまたは複数を含む。このようにして、測定温度は、コネクターでの温度のプロキシとして使用されて、コネクターが損傷をもたらし得るか、または損傷のために生じた温度状態に供される事例を特定し得る。実施形態では、潜在的な故障状態を特定するステップは、別のコネクターに関連付けられる測定温度の同時変化と比較して、測定温度の変化の差を識別することを含む。このように、一つのコネクターの温度と、同じスイッチギアに接続されるものなどの別の関連するコネクターの温度との間の相対温度差を使用して、潜在的な故障状態を特定し得る。このようにして、共通ユニットに接続されるコネクター間の相対温度差を使用して、コネクターのうちの 하나가、損傷をもたらし得るか、または損傷のために生じた温度状態に供される事例を特定し得る。

20

【0012】

実施形態では、潜在的な故障状態を特定するステップは、測定温度および位置を使用してコネクターの温度を推定するステップを含む。このようにして、測定温度は、安全な動作温度を超えるかどうかをモニターするためのコネクターにおける温度の推定値を決定するために使用される。実施形態では、潜在的な故障状態が、推定コネクター温度が第一の閾値を超えること、および推定コネクター温度が所定の期間にわたって第二の閾値を超えることのうちの一つまたは複数を含む。

30

【0013】

実施形態では、コネクターの温度を推定するステップは、モデルを使用して、測定温度をコネクターの推定される温度に変換することを含む。

【0014】

実施形態では、モデルは、試験データに基づき算出されたルックアップテーブルを含んでもよい。このようにして、処理要件を最小化するための単純なモデルが提供される。

【0015】

実施形態では、モデルは、ケーブルの熱伝播特性、ケーブル材料の熱特性、周囲温度状態、測定温度の変化の検出速度、およびケーブルによって運ばれる電力、電流、または電圧のうちの一つまたは複数を検討する。このようにして、推定されるコネクター温度とコネクターの実際のそのときの動作温度との間の改善された相関のために、より高度なモデルが提供され得る。

40

【0016】

実施形態では、モデルは、試験データに基づき訓練された機械学習モデルである。試験データは、サンプルコネクターおよびケーブルを使用して導出されてもよく、ケーブル温度測定値は、コネクターが既知の温度状態に供される間に取得される。次に、機械学習アルゴリズムを使用して、適用されたコネクター温度とケーブルでの測定温度との間の熱応答に基づきモデルを開発し得る。

【0017】

50

本発明の第二の態様によると、ケーブルに取り付けられたコネクタを監視するための風力タービンケーブルコネクタ監視装置が提供されており、装置が、コネクタからケーブルに沿って既知の距離の位置で測定温度を感知するための温度センサーと、コネクタが使用中である間に、温度センサーから測定温度を記録し、測定温度および位置に基づき、コネクタにおける潜在的な故障状態を特定するためのコントローラと、を含む。このようにして、上記の方法を実施するための装置が提供される。実施形態では、装置は、温度センサーを、コネクタからケーブルに沿った既知の距離の位置でケーブルに取り付けるためのマウントをさらに含んでもよい。

【0018】

実施形態では、コントローラは、潜在的な故障状態を特定することに応答して、警報を生成するようにさらに構成される。例えば、実施形態では、温度データは、コネクタ状態の遠隔監視のために、ローカルコントローラから遠隔コントローラに送信され得る。実施形態では、ローカルコントローラは、インターネットを介してデータを送信するためのルータを含んでもよい。ルータは、衛星ルータまたはセルラールータであり得る。こうした配置では、状態警報は、例えば、故障が発生した場合に陸上修理チームに警報するために、遠隔サーバーで生成され得る。

【0019】

実施形態では、潜在的な故障状態が、コネクタの温度は第一の閾値を超えること、およびコネクタの温度が所定の期間にわたって第二の閾値を超えることのうちの一つまたは複数を含む。

【0020】

実施形態では、コントローラは、測定温度および位置を使用してコネクタ温度を推定することによって、潜在的な故障状態を特定するように構成される。

【0021】

実施形態では、コントローラは、モデルを使用して測定温度を推定されるコネクタ温度に変換することによって、推定されるコネクタ温度を算出するように構成される。

【0022】

実施形態では、装置は、温度センサーをケーブルの外側シースに取り付けるためのケーブルマウントをさらに含む。このようにして、センサーは、任意の内層を露出させることによって、ストックケーブルの完全性を損なう必要なく、ケーブルの外表面に取り付けられてもよい。このように、センサーは、専門技術者を必要とせずに、簡単に嵌合または調整され得る。

【0023】

実施形態では、装置は、複数のコネクタからそれぞれ対応する複数のケーブルに沿って既知の距離の位置でそれぞれ対応する複数のケーブルに取り付けられ、それらの位置でそれぞれ対応する複数の測定温度を感知するための複数の温度センサーを含み、コントローラは、複数のコネクタが使用中である間に、複数の温度センサーから複数の測定温度を記録し、複数の測定温度および複数のケーブルのそれぞれ上の温度センサーの位置に基づき、複数のコネクタのうちの一つまたは複数における潜在的な故障状態を特定するためである。このようにして、スイッチギアに接続される複数のコネクタは、共通のコントローラを使用して同時に監視され得る。

【0024】

実施形態では、コントローラは、複数の温度センサーのうちの二つ以上の測定温度の同時変化の差を特定することに基づき、潜在的な故障状態を特定するように構成される。

【0025】

実施形態では、コントローラは、風力タービンから遠隔であり得る。

【0026】

実施形態では、温度センサーは、熱電対、抵抗温度検出器、サーミスタ、半導体ベースの集積回路温度センサー、および赤外線カメラのうちの一つを含む。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0027】

ここで、本発明の例示的实施形態を、添付図面を参照しながら説明する。

【図1】図1は、例示的なTコネクタを示す。

【図2】図2は、三つのTコネクタが接続される例示的なスイッチギアユニットの前面部のアイソメ図を示す。

【図3】図3は、本発明の例示的实施形態による、風力タービンケーブルコネクタ監視装置を組み込んだ海洋風力タービンの概略図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0028】

図3は、例示的实施形態にかかる、風力タービンケーブルコネクタ監視装置に嵌合された風力タービン10の簡略化された図を示す。この実施例では、風力タービン10は、海洋風力タービンである。風力タービン10は、移行ピース7に取り付けられるタワー15を含み、これは次にモノパイル（図示せず）に取り付けられる。タワー15は、ローター14によって駆動されるギアボックス13に接続されている発電機12を含むナセル11を支持する。ローター14が風によって回転すると、発電機12は、タワー15の基部または移行ピース7の内部プラットフォーム17上に位置するスイッチギア5に供給される電流を生成する。

【0029】

複数の電気ケーブル4a～cは、タービンをコレクターグリッド（collector grid）に接続し、コレクターグリッドは、風力タービンフィールド内にいくつかの他の風力タービンを含み得る。ケーブル4a～cは、タワー15の内部16内のそれぞれ対応するTコネクタ1を使用して、スイッチギア5に接続される。ケーブル4a～cは、プラットフォーム17の下の移行ピース7内に位置するケーブル配線エリア18からスイッチギア5に配線される。

【0030】

Tコネクタ監視装置は、ケーブル配線エリア18内に設けられ、ローカルコントローラ8と、ケーブル4a～cの個々のものに関連付けられる複数の温度センサー6a～cと、を含む。各温度センサー6a～cは、ケーブル配線エリア18内のケーブル上の所定の測定位置で、そのそれぞれのケーブル4a～cの温度を測定するためのものである。このケーブル温度データは、ローカルコントローラ8に供給される。ローカルコントローラ8は、遠隔コントローラ19と通信し、ログされたデータは、処理のためにインターネットを介してローカルコントローラ8のルーターを使用して遠隔コントローラ19に送信される。

【0031】

遠隔コントローラ19は、ケーブル上の所定の測定位置における各ケーブル4a～cの温度を示すケーブル温度データを受信し、これを処理して、それぞれ対応するTコネクタ1a～cの温度の推定値を生成する。すなわち、各所定の測定位置は、それぞれ対応するTコネクタ1から既知の距離である。例えば、実施形態では、温度センサー6a～cの各々は、それぞれ対応するTコネクタ4a～cから0.3～3メートルに位置する。遠隔コントローラ19は、この測定温度をTコネクタ自体での推定温度に変換するためのモデルを適用する。モデルの複雑さは、複数の異なる実施形態で、異なってもよい。より基本的な実施形態では、モデルは、既知の試験データに基づき推定Tコネクタ温度と相関する測定温度を有するルックアップテーブルを含み得る。逆に、他の実施形態は、ケーブル材料の熱伝播特性、周囲温度状態、および検出された温度変化の速度のうちの一つまたは複数を考慮に入れる、より高度なモデルを含み得る。例えば、測定温度の変化の速度を使用して、潜在的な故障状態を特定し得る。例えば、潜在的な故障状態は、他のケーブルのより急速でない増加と比較して、ケーブルのうちの一つの温度の急速な上昇の検出に応答して特定され得る。

【0032】

遠隔コントローラ19は、推定Tコネクタ温度を分析して、潜在的な故障状態を特

10

20

30

40

50

定する。本実施形態では、例えば、Ｔコネクタ－１の推定温度が最大温度閾値を超える場合、遠隔コントローラ－１９は、コネクタ－に損傷が発生した可能性があることを示す潜在的な故障状態として、これを直ちにフラグ付けし得る。同様に、遠隔コントローラ－１９はまた、Ｔコネクタ－温度が長期間にわたって動作温度閾値を超えて維持される場合、潜在的な故障状態を特定し得る。例えば、Ｔコネクタ－１の温度は記録されてもよく、潜在的な故障状態は、Ｔコネクタ－が所定の閾値温度を超える累積時間の間動作した後に特定され得る。このように、遠隔コントローラ－１９は、Ｔコネクタ－１の各々の推定温度データを記録し、これを経時的にモデル化して、ケーブル４ａ～ｃにおける故障の発生を評価し得る。

【００３３】

故障が遠隔コントローラ－１９によって特定される場合、それは、修理技術者による動作のための通知警報を生成することによって、対応するＴコネクタ－１に修理のためのフラグを立て得る。例えば、遠隔コントローラ－１９は、コネクタ－の動作状態を表示するためのディスプレイと、それに関連付けられる任意の警報と、を含んでもよい。技術者は、ディスプレイを監視し、潜在的な故障状態が特定された場合に、Ｔコネクタ－１を検査するように促され得る。例えば、ディスプレイは、どのＴコネクタ－に故障が関連付けられているか、ならびに、故障の性質に関する診断情報を特定し得る。これにより、技術者は、その後、現場を訪問して、故障が発生する前に、特定されたＴコネクタ－１に対して先行修理動作を実施することが可能になり得る。これにより、制御不能な故障シナリオで発生し得る他の部分および電気部品への潜在的な損傷のリスクが軽減されるだけでなく、修理作業を事前に先制的にスケジュールすることも可能になり、修理が必要な場合の全体的なダウンタイムが最小化される。

【００３４】

有利なことに、温度センサー６ａ～ｃは、スイッチギアユニットの外側のケーブル配線エリア１８内に位置するため、それらは、風力タービンを停止する、または専門の高電圧認定された修理技術者にスイッチギアアセンブリ自体にアクセスさせる必要なく、嵌合および維持され得る。さらに、ケーブル配線エリア１８内の空間は、スイッチギアアセンブリで利用可能な空間、または風力タービントワー１５の内部１６内の隣接する領域と同じ方法で制限されない。結果として、コネクタ－監視システムは、容易に収容され得る。

【００３５】

上述の実施形態は、例示の目的のためにのみ本発明の適用を示すことが理解されよう。実際には、本発明は、多くの異なる構成に適用されてもよく、詳細な実施形態は、当業者にとって実施することが簡単である。

【００３６】

例えば、上記の実施形態では、測定温度データは、ローカルコントローラ－によって照合され、処理のために遠隔コントローラ－に送信される。そのため、データロギング機能がローカルに実施され、分析機能が遠隔位置で実施される、分散型コントローラ－が提供される。例えば、遠隔コントローラ－は、いくつかの風力タービンからのデータを分析する陸上監視端末として提供され得る。しかしながら、風力タービン構造内のローカルコントローラ－がデータ分析を実施する他の実施形態が提供され得ることが理解されよう。すなわち、風力タービン内に位置するローカルコントローラ－は、記録されたデータを分析して潜在的な故障状態を特定するためのコンピューターを含んでもよい。例えば、コンピューターは、故障検出モデルをログデータに適用することに基づき、潜在的な故障を特定し得る。ローカル処理を実行することによって、風力タービンを訪問する技術者は、コネクタ－の観察された状態を検証するために、現場にいる間に、状態チェックを実施し、履歴データを確認することができる。こうした実施形態では、処理されたデータまたは分析結果は、追加の分析および／またはコンプライアンス記録のために遠隔サーバに送信され得ることが理解されよう。

【００３７】

遠隔で送信されたデータは、より長い期間にわたって中央サーバーで傾向をログ記録するために使用され得る。また、こうしたログされたデータは、いくつかの風車風力タービンから照合されてもよく、また同じストリングまたはパーク内の風車風力タービンに基づきグループ化され得ることが理解されよう。これにより、長期的な温度応答およびコネクタ性能を評価することができる。技術者によるコネクタの物理的検査後に検出された問題が、記録された温度データと併せて記録および分析されて、故障パターンを特定し得る。実施形態では、将来の故障を予測するための故障予測モデルは、特定された故障パターンに基づき生成され得る。例えば、実施形態では、サーバーは、測定温度パターンを将来の故障の特定と関連付けるモデルを開発するための機械学習アルゴリズムを含み得る。

【0038】

例示的实施形態では、複数の温度センサーが提供されるが、実施形態はまた、より少ないセンサーを使用して実装されてもよく、センサーのうちの一つまたは複数は、複数の個々のケーブル温度を測定することができることが理解されよう。例えば、単一の熱撮像カメラは、ケーブルに向けられた視野とともに使用されてもよく、コントローラーでの画像処理を使用して、画像内のそれらの位置に基づき、各ケーブルの所定の測定位置での個々のケーブル温度を決定し得る。逆に、他の実施形態では、二つ以上の温度センサーが各ケーブルと関連付けられてもよく、異なるセンサーがケーブル上の異なる所定の測定位置と関連付けられてもよい。こうした実施形態では、ローカルおよび／または遠隔コントローラーでの処理は、複数のセンサーからの測定値が、推定されるコネクタ温度における改善された信頼性を提供することを可能にし得る。

【0039】

実施形態では、同じ部位の異なるケーブルにわたる温度センサーを組み合わせて使用して、それらの間の相対的偏差に基づき潜在的な故障を特定し得ることが理解されよう。すなわち、同じスイッチギアに取り付けられたケーブルは、同じ動作状態で同様の温度応答を示すことが予想される。従って、顕著な温度上昇がケーブルのうちの一つ上で検出されるシナリオでは、これは、このケーブルに関連付けられるコネクタ故障を示し得る。これにより、正確な温度測定値がない場合でも故障検出が可能になり、従って、温度センサーが較正されていない場合でも故障検出が可能になる。

【0040】

監視されるケーブルは、単一のケーブルとして、または三相ケーブルなどのマルチケーブルパッケージ内の単一のコアとして提供され得ることが理解されよう。こうした三相ケーブルは、典型的には、海底上に横たわるための保護パッケージ内に一緒に束ねられるが、風力タービンで三つの単一のケーブルに分割される、三つの単一のコアを含む。

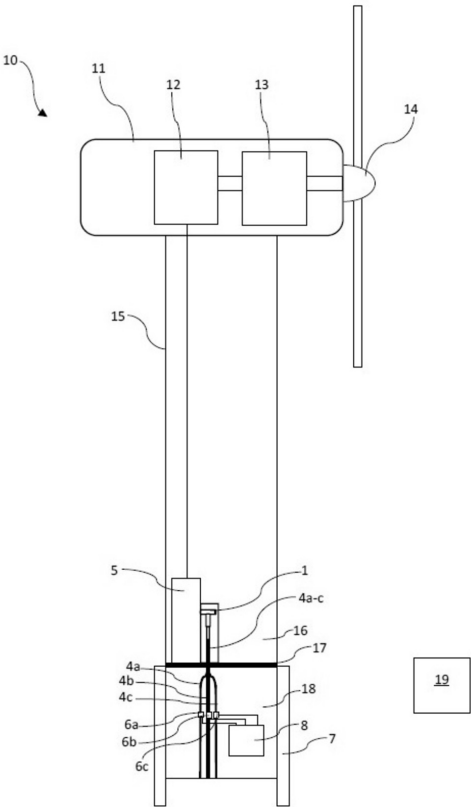
【0041】

測定温度データは、それぞれのケーブルを通して実施される電力、電圧、および／または電流を含む、他の測定値と組み合わせて記録され得ることが理解されよう。従って、このデータは、例えば、測定温度上昇と相関する電流の減少を特定して、潜在的な故障状態を特定することによって、より高度な故障検出特定のために組み合わせて使用され得る。同時に、データの組み合わせを使用して、温度センサーの潜在的な故障を特定し得る。例えば、ケーブル上の負荷の変化が温度の変化と相関しない場合、コントローラーは、これを潜在的なセンサー故障としてフラグ付けし得る。このように、電力、電圧、および／または電流は、故障予測モデルの入力因子として使用され得る。同様に、一部の実施形態では、故障予測モデルは、電力、電圧、および／または電流測定値の使用に基づき訓練され得るが、適用されたモデルにおける入力因子としてこれらを必要としない。このように、使用時により少ないデータ入力を必要としてもよく、より堅牢な故障予測は、簡略化された処理を使用して達成され得る。

【0042】

最後に、風力タービンケーブルのジョイントにおける潜在的な故障状態を監視することが可能であることが理解されよう。すなわち、元のケーブルのセクションが交換される場合、新しいケーブルの長さを接続するためにインラインジョイントを取り付けてもよい。

【図 3】



10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2023/051335

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F03D17/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F03D H02G G01K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 3 922 843 A1 (SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY AS [DK]) 15 December 2021 (2021-12-15) paragraphs [0001], [0019], [0028], [0032], [0034] figure 2	1, 2, 8, 9
A	----- CN 201 556 083 U (BENGBU POWER SUPPLY COMPANY OF ANHUI ELECTRIC POWER COMPANY) 18 August 2010 (2010-08-18) abstract paragraphs [0002], [0070], [0096], [0098] ----- -/--	1, 2, 5, 6, 8, 9, 12, 14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 March 2023

Date of mailing of the international search report

12/04/2023

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pasquet, Pierre

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2023/051335

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104 616 209 A (DALI POWER SUPPLY BUREAU OF YUNNAN POWER GRID CO LTD ET AL.) 13 May 2015 (2015-05-13) paragraphs [0004], [0021], [0048], [0100] -----	1, 2, 5, 8, 9, 12
A	US 2020/132049 A1 (FELTES CHRISTIAN [DE] ET AL) 30 April 2020 (2020-04-30) paragraphs [0012], [0026], [0028], [0031] -----	1, 2, 5, 8, 9, 12
A	US 2020/248676 A1 (HEINDL STEFAN [DE]) 6 August 2020 (2020-08-06) paragraph [0008] -----	1, 8

1

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2023/051335

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 3922843 A1	15-12-2021	CN 115667706 A	31-01-2023
		EP 3922843 A1	15-12-2021
		EP 4136343 A1	22-02-2023
		WO 2021249743 A1	16-12-2021

CN 201556083 U	18-08-2010	NONE	

CN 104616209 A	13-05-2015	NONE	

US 2020132049 A1	30-04-2020	DE 102017114309 A1	03-01-2019
		EP 3645865 A1	06-05-2020
		TW 201906269 A	01-02-2019
		US 2020132049 A1	30-04-2020
		WO 2019001917 A1	03-01-2019

US 2020248676 A1	06-08-2020	DE 102017120284 A1	07-03-2019
		DK 3679246 T3	03-05-2021
		EP 3679246 A1	15-07-2020
		ES 2864474 T3	13-10-2021
		PL 3679246 T3	16-08-2021
		US 2020248676 A1	06-08-2020
		WO 2019042773 A1	07-03-2019

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,
ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX
,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,
SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

英国 ロンドン グレーター ロンドン エスダブリュー1ピー 1ダブリュージー, 5 ホウィック
プレイス, シー／オー オルステッド

(72)発明者 シモンドス, アダム

英国 ロンドン グレーター ロンドン エスダブリュー1ピー 1ダブリュージー, 5 ホウィック
プレイス, シー／オー オルステッド

(72)発明者 カストラブ, トーマス

デンマーク国 2820 ゲントフテ, ネサ アレ 1, シー／オー オルステッド

(72)発明者 クリステンセン, ソーレン リンドガード

デンマーク国 2820 ゲントフテ, ネサ アレ 1, シー／オー オルステッド

(72)発明者 ジェンセン, クリストファー ダム

デンマーク国 2820 ゲントフテ, ネサ アレ 1, シー／オー オルステッド

(72)発明者 ガロレラ, アナ カンデラ

デンマーク国 2820 ゲントフテ, ネサ アレ 1, シー／オー オルステッド

(72)発明者 カラオラニス, アリステイディス

オランダ国 2514 エービー デン ハーグ, コーニンググラハト 19, シー／オー オルステッド

F ターム (参考) 2G036 AA18 AA19 BA02

3H178 AA03 AA40 AA43 BB59 DD51X DD52X DD54X EE03 EE24