

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6879666号
(P6879666)

(45) 発行日 令和3年6月2日(2021.6.2)

(24) 登録日 令和3年5月7日(2021.5.7)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 L	1/00	(2006.01)	GO 1 L	1/00	D
GO 1 H	17/00	(2006.01)	GO 1 H	17/00	A
GO 8 C	15/02	(2006.01)	GO 8 C	15/02	
GO 8 C	17/00	(2006.01)	GO 8 C	17/00	B

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2016-41544 (P2016-41544)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成28年3月3日(2016.3.3)		三菱パワー株式会社
(65) 公開番号	特開2017-156285 (P2017-156285A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成29年9月7日(2017.9.7)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	平成30年12月12日(2018.12.12)		弁理士 松沼 泰史
審判番号	不服2020-5305 (P2020-5305/J1)	(74) 代理人	100162868
審判請求日	令和2年4月20日(2020.4.20)		弁理士 伊藤 英輔
		(74) 代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74) 代理人	100189348
			弁理士 古部 智
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 テレメータ計測システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のバランスホールが形成されたロータに設けられる動翼の振動応力を計測するためのテレメータ計測システムであって、

前記動翼に設けられた複数のセンサ部と、

前記複数のバランスホールのうち、いずれか一のバランスホールに一の前記動翼ごとに設けられたマルチチャンネル送信機と、

前記複数のセンサ部それぞれと前記マルチチャンネル送信機とを電気的に接続する複数のセンサ部用リード線と、

を備え、

前記複数のセンサ部用リード線が、ポリイミド線であり、且つ前記複数のセンサ部用リード線同士が互いに撚り合わせられた状態の主部を有し、

前記複数のセンサ部が、前記一の動翼上に配置されているとともに、前記ロータの径方向及び周方向における位置が互いに異なっていることを特徴とするテレメータ計測システム。

【請求項2】

前記複数のセンサ部が、等間隔で配置されていることを特徴とする請求項1に記載のテレメータ計測システム。

【請求項3】

前記センサ部が、前記動翼の基端部、中間部及び先端部に少なくとも1つずつ配置され

ていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のテレメータ計測システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、テレメータ計測システムに関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気タービンやガスタービンの動翼で発生する振動応力を計測するために、テレメータを使用した計測が行われている（例えば、下記特許文献 1 参照）。この計測法では、歪ゲージが動翼に貼設され、歪ゲージからテレメータ送信機までリード線が延在して歪ゲージとテレメータ送信機とを電氣的に接続する。テレメータ送信機は、動翼を支持する回転体の所定位置に配置される。また、同様に回転体に設けられた直流電源（例えばバッテリー）及び送信アンテナが、送信機に電氣的に接続され、計測信号が、FM方式により静止側の受信アンテナを介して、回転体とは別に設けられた受信機へ伝送される。そして、受信機の出力信号数点が、レコーダにより同時計測されて振動データを取得、分析する。

10

【0003】

上記の構成において、歪ゲージ、テレメータ送信機、送信アンテナ、バッテリーなど回転体に取り付けられる各部品の構造や取り付け施工法に 1 つでも不備が生じた場合、計測ができなくなるだけでなく、部品が破損、飛散した場合、タービン製品が損傷することになる。現状の計測法では、上記の計測用部品がタービンロータなどの機械製品に直接的に多数取り付けられる必要があるため、設計や施工に関しては部品の構造、材料、施工法などについて細心の注意を払う必要がある。現状では、これら回転体のテレメータ送信機、バッテリーは、テレメータケース（カプセルと称される）に入れられ、最寄りのタービンロータバランスホールに取り付けられている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 57615 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0005】

従来の振動計測で使用するテレメータ送信機は、1チャンネル/台のものを採用しており、例えば同時に 6 箇所の対象の計測が必要な場合には、6チャンネル分の送信機及びバッテリーが必要となることから、計 12 箇所のバランスホールが用いられる。このような計測チャンネルの増設は本来のバランス作業の弊害となるため、バランスホールの占有率を下げることを望ましい。また、従来では、リード線として、径が大きい PTFE 線が用いられていた。このため、ロータの回転時には、リード線にかかる遠心力が過大となり、送信機に複数のリード線を取り付けると歪ゲージが動翼からはずれるおそれがある。この理由から、1つの送信機に複数のリード線を取り付けることができないという問題があった。

40

【0006】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、計測（すなわち送信）の多チャンネル化に対応できるようにした上でテレメータ計測システムのために使用されるロータ上のスペースを減少させるとともに、複数のリード線が送信機に取り付けられたとしても歪ゲージが動翼からはずれにくいテレメータ計測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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を採用している。

すなわち、本発明の一態様に係るテレメータ計測システムは、複数のバランスホールが形成されたロータに設けられる動翼の振動応力を計測するためのテレメータ計測システム

50

であって、前記動翼に設けられた複数のセンサ部と、前記複数のバランスホールのうち、いずれかのバランスホールに一の前記動翼ごとに設けられたマルチチャンネル送信機と、前記複数のセンサ部それぞれと前記マルチチャンネル送信機とを電氣的に接続する複数のセンサ部用リード線と、を備え、前記複数のセンサ部用リード線が、ポリイミド線であり、且つ前記複数のセンサ部用リード線同士が互いに撚り合わせられた状態の主部を有し、前記複数のセンサ部が、前記一の動翼上に配置されているとともに、前記ロータの径方向及び周方向における位置が互いに異なっていることを特徴とする。

【0008】

この構成によれば、マルチチャンネル送信機を使用することにより、1つのバランスホール内に配置されたマルチチャンネル送信機が、複数のセンサ部のために使用され、1つのバランスホールの使用で複数のデータを送信することができる。また、センサ部用リード線として線径の小さいポリイミド線を使用することにより、ロータの回転時に各ポリイミド線によってセンサ部にかかる遠心力が小さくなる。さらに、複数のセンサ部用リード線を撚り合わせたことにより、センサ部用リード線を操作することが容易になる。

10

【0012】

本発明の第二の態様によれば、上記テレメータ計測システムでは、複数のセンサ部が、等間隔で配置されていてもよい。

【0013】

本発明の第三の態様によれば、上記テレメータ計測システムでは、センサ部が、動翼の基端部、中間部及び先端部に少なくとも1つずつ配置されていてもよい。

20

【0014】

これらの構成によれば、動翼にかかる応力を全体的に計測することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明のテレメータ計測システムによれば、計測の多チャンネル化に対応でき、計測システムのために使用されるスペースを減少させるとともに、動翼からはずれにくい歪ゲージを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1実施形態に係るテレメータ計測システムの構成を示す全体図である。

30

【図2】本発明の第1実施形態のテレメータ計測システムの要部拡大図である。

【図3】本発明の第2実施形態のテレメータ計測システムの要部拡大図である。

【図4】図3の細部Iの拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

(第1実施形態)

以下、添付の図面を参照し、本発明の第1実施形態のテレメータ計測システムを蒸気タービンに適用した場合を例に挙げて説明する。

図1は、テレメータ計測システム100が設けられた蒸気タービン(図示せず)のロータ1を示している。ロータ1の半径位置には、周方向に並んで複数のバランスホール2が形成されている。バランスホール2は、断面略円形であり、ロータ1の軸方向に沿って延在している。また、ロータ1の外周部には、周方向に並んだ複数の動翼3が設けられている。図1では、簡便のため、本発明によるテレメータ計測システム100が設けられた6つの動翼3のみ図示してある。テレメータ計測システム100は、各動翼3に設けられている。図2は、本発明の第1実施形態のテレメータ計測システム100の構成を拡大して示す図である。以下では、1つの動翼3のためのテレメータ計測システム100を例にとって説明する。

40

【0018】

図2に示すように、本発明の第1実施形態に係るテレメータ計測システム100は、複

50

数のセンサ部 4 と、マルチチャンネル送信機 5 と、複数のセンサ部用リード線 6 と、電源 7 と、送信アンテナ 8 と、電源用リード線 9 と、送信アンテナ用リード線 10 と、電源 ON/OFF 用端子板 11 と、を備えており、各動翼 3 にかかる振動応力をそれぞれ測定する。

【0019】

複数のセンサ部 4 は、蒸気タービンの同一の動翼 3 上の複数の位置にそれぞれ貼設されている。本実施形態では、センサ部 4 は、動翼 3 にかかる振動応力を計測するための歪ゲージ 41 であり、例として 3 つの歪ゲージ 41 が動翼 3 に対して使用される。図 1 及び図 2 に示すように、この場合これら 3 つの歪ゲージ 41 は、動翼 3 の基端部、中間部、先端部にそれぞれ 1 つずつ配置されている。ここで、基端部とは、ロータ 1 の径方向内側端部を含む領域を意味し、先端部とは、ロータ 1 の径方向外側端部を含む領域を意味し、中間部とは、基端部と先端部との間の領域を意味する。また、3 つの歪ゲージ 41 は、ロータ 1 の径方向には並んで配置されておらず、すなわち、動翼 3 上でのロータ 1 の周方向の位置がそれぞれ異なっている。歪ゲージ 41 は、6 つの動翼 3 それぞれにおいて同じ位置に貼設されている。

10

【0020】

各マルチチャンネル送信機 5 は、複数のバランスホール 2 の 1 つに配置されている。本実施形態では、センサ部 4 が付設される動翼が 6 つであるので、マルチチャンネル送信機 5 のために合計で 6 つのバランスホール 2 が使用される。本実施形態では、マルチチャンネル送信機 5 は、3 チャンネル送信機 51 であり、歪ゲージ 41 によって測定されたデータを 3 つの異なる周波数で、このタービンのための運転制御室内に配置された図示されない受信機に送信するように構成されている。3 チャンネル送信機 51 は、テレメータケース(カプセル)に入れられた状態でロータ 1 の別のバランスホール 2 内に取り付けられている。

20

【0021】

本実施形態において、センサ部用リード線 6 は、外装によって被覆された、線径の小さいポリイミド線 61 である。本実施形態では、各動翼 3 に歪ゲージ 41 が 3 つ設けられているので、ポリイミド線 61 は各動翼 3 に対して 3 本使用される。図 1 及び図 2 に示すように、3 本のポリイミド線 61 は、一部を除いて互いに螺旋状に撚り合わせられて一本のリード線を形成している。すなわち、3 本のポリイミド線 61 は、互いに螺旋状に撚り合わせられた主部 62 を有している。主部 62 とは、3 本のセンサ部用リード線 6 を 3 つのセンサに向けて 1 本ずつに分岐させるために、あるいはマルチチャンネル送信機 5 の個々の端子に接続するためにどうしても 1 本ずつにばらさなければならぬ部分を除いた部分、すなわち 3 本のポリイミド線 61 が互いに並行して延びている部分のことを言う。ポリイミド線 61 は、接着剤により適切な箇所でもロータ 1 及び動翼 3 に貼付されてロータ 1 及び動翼 3 に固定されている。

30

【0022】

電源 7 は、電源用リード線 9 を介して 3 チャンネル送信機 51 と電気的に接続されて、3 チャンネル送信機 51 に電力を供給する。本実施形態において、電源 7 は、バッテリー 71 である。バッテリー 71 は、3 チャンネル送信機 51 と同様にテレメータケースに入れられた状態で、3 チャンネル送信機 51 が配置されたバランスホール 2 とは異なるバランスホール 2 に取り付けられている。3 チャンネル送信機 51 及びバッテリー 71 が取り付けられるバランスホール 2 の位置は、ロータ 1 が全体としてバランスをとることを考慮して適宜選択される。

40

【0023】

送信アンテナ 8 は、送信アンテナ用リード線 10 を介して 3 チャンネル送信機 51 及びバッテリー 71 と電気的に接続されており、3 チャンネル送信機 51 からの送信データを上述の受信機に伝送するように構成されている。

【0024】

送信アンテナ用リード線 10 は、送信アンテナ 8 をバッテリー 71 及び 3 チャンネル送

50

信機 5 1 に電氣的に接続し、3 チャンネル送信機 5 1 からの送信データを送信アンテナ 8 に伝送する。

【 0 0 2 5 】

電源 ON / OFF 用端子板 1 1 は、バッテリー 7 1 からの給電状態を切り換えるスイッチとして機能する。電源 ON / OFF 用端子板 1 1 は、ロータ 1 上の任意の位置に設けることができる。この電源 ON / OFF 用端子板 1 1 により、非計測時等、電源を必要としない場合には電源を OFF としてバッテリー 7 1 の節電を図ることができる。

【 0 0 2 6 】

動翼 3 の振動応力を計測する際には、ロータ 1 を回転させる。ロータ 1 が回転すると、動翼 3 上に配置された歪ゲージ 4 1 が、動翼 3 にかかる応力に応じた電流を発生する。そして、計測された電流値データは、ポリミド線 6 1 を介して 3 チャンネル送信機 5 1 に伝送され、3 チャンネル送信機 5 1 から送信アンテナ 8 へ、そして受信機へ伝送される。本実施形態では、3 つの歪ゲージ 4 1 が動翼 3 の基端部、中間部及び先端部にそれぞれ貼設されているので、3 つのデータが 3 チャンネル送信機 5 1 から受信機に伝送される。

10

【 0 0 2 7 】

上記構成のテレメータ計測システムでは、3 チャンネル送信機 5 1 を使用することにより、1 つのバランスホール 2 内に配置された 1 つの 3 チャンネル送信機 5 1 が、3 つの歪ゲージ 4 1 のために使用され、1 つのバランスホール 2 の使用で 3 つのデータを伝送することができる。また、センサ部用リード線 6 として線径の小さいポリミド線 6 1 を使用したことにより、複数のセンサ部用リード線 6 を撚り合わせてまとめることができるとともに、ロータ 1 の回転時に複数の歪ゲージ 4 1 にかかる遠心力が小さくなる。

20

【 0 0 2 8 】

さらに、歪ゲージ 4 1 が動翼 3 の基端部、中間部及び先端部に設けられているので、動翼 3 の計測範囲が広がる。

【 0 0 2 9 】

従って、第 1 実施形態のテレメータ計測システム 1 0 0 によれば、3 チャンネル送信機 5 1 (ひいてはバッテリー 7 1) が占めるバランスホール 2 の数が減少されること、及び複数のポリミド線 6 1 の主部が撚り合されてまとめられていることから、テレメータ計測システム 1 0 0 のタービンへの取り付け時の工数的なコストダウンが可能となる。また、個々の 3 チャンネル送信機 5 1 の距離が遠くなるので、周波数の干渉リスクが少なくなる。さらに、複数の歪ゲージ 4 1 及びポリミド線 6 1 を使用した場合であっても、動翼 3 に貼設された歪ゲージ 4 1 がはがれるリスクが低減される。

30

【 0 0 3 0 】

また、動翼 3 の計測範囲が広がることで、動翼 3 に全体的にかかる力を計測することができる。

【 0 0 3 1 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について、図 3 及び図 4 を参照して説明する。なお、以下では、第 1 実施形態と異なる構成についてのみ説明し、第 1 実施形態と同一の構成要素については同一の参照符号を付して説明を省略する。

40

図 3 は、本発明の第 2 実施形態を示す、図 2 と同様の図である。図 4 は図 3 の細部 I の拡大図である。

【 0 0 3 2 】

第 2 実施形態では、センサ部 4 が、一の動翼 3 の基端部に配置された応力集中ゲージ 4 2 である。応力集中ゲージ 4 2 は、同一箔上に 3 点の高感度ゲージ 4 3 が等間隔で構成されたマルチタイプの歪ゲージである。各高感度ゲージ 4 3 は、互いに近接して等間隔で配置されている。本実施形態で使用される高感度ゲージ 4 3 のゲージ率は 1 0 0 から 1 5 0 であることが望ましい。各高感度ゲージ 4 3 は、図 3 及び図 4 に示すように、一の動翼 3 上で径方向に並んで配置されている。

【 0 0 3 3 】

50

第2実施形態のテレメータ計測システム200では、等間隔に配置された高感度ゲージ43によって、複数の歪を容易に同時計測することが可能になる。

【0034】

従って、第2実施形態のテレメータ計測システム200では、解析により複雑な振動応力分布の境界域部での詳細計測が可能となり、解析及び計測精度を向上させることができる。

【0035】

以上、本発明の第1実施形態及び第2実施形態について図面を参照して詳述したが、個々の具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

以下にいくつかの変形例を挙げる。

【0036】

本明細書では、センサ部4として歪ゲージ41を用いた例について説明したが、センサ部4は熱電対であってもよい。また、本明細書では、テレメータ計測システム100は、蒸気タービンに設けられているが、ガスタービンに設けられていてもよい。さらに、本明細書では、マルチチャンネル送信機5は、各動翼3に対して3チャンネル送信機51を採用したが、2チャンネル又は4チャンネル以上の送信機を採用してもよい。これに付随して、各動翼3に貼設されたセンサ部4は、2つ又は4つ以上であってもよい。

【0037】

第1実施形態では、3つの歪ゲージ41が同一の動翼3上に配置されていたが、各歪ゲージ41が異なる動翼上に配置され、これらの歪ゲージ41が同じ3チャンネル送信機51に接続されてもよい。この場合にも、複数のポリイミド線61は、互いに撚り合わせられて1本にまとめられるので、上記と同様の効果を得ることができる。

【0038】

第1実施形態では、歪ゲージ41は径方向に並んで配置されていなかったが、3つの歪ゲージ41は径方向に並んでいてもよい。また、2つの歪ゲージ41が、径方向に並んでおり、1つの歪ゲージ41が、径方向に並んだ2つの歪ゲージ41と径方向に並んでいなくてもよい。さまざまな歪ゲージ41の配置が考えられる。周方向においても同様である。

【0039】

第2実施形態では、各高感度ゲージ43は径方向に並んで配置されていたが、周方向に並んで配置されていてもよい。さらに、第2実施形態では、応力集中ゲージ42は、動翼3の基端部に配置されているが、動翼3の先端等任意に配置することができる。

【符号の説明】

【0040】

1 ロータ、2 バランスホール、3 動翼、4 センサ部、41 歪ゲージ、42 応力集中ゲージ、43 高感度ゲージ、5 マルチチャンネル送信機、51 3チャンネル送信機、6 センサ部用リード線、61 ポリイミド線、62 主部、7 電源、71 バッテリー、8 送信アンテナ、9 電源用リード線、10 送信アンテナ用リード線、11 電源ON/OFF用端子板、100, 200 テレメータ計測システム

10

20

30

40

【 図 1 】

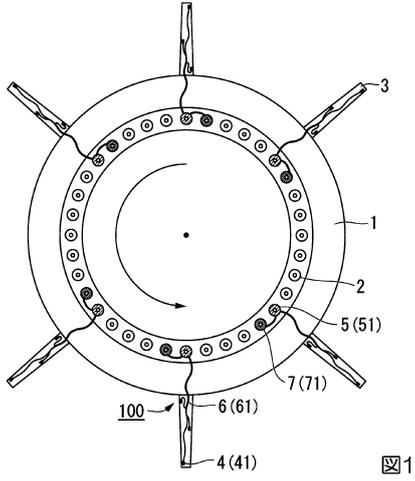


図1

【 図 2 】

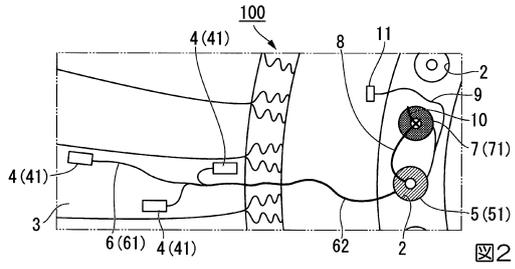


図2

【 図 3 】

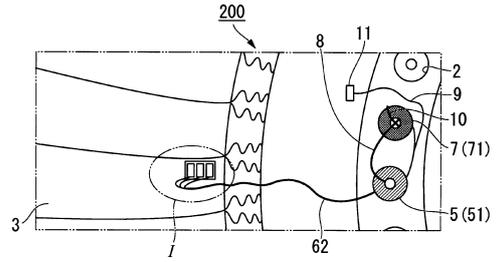


図3

【 図 4 】

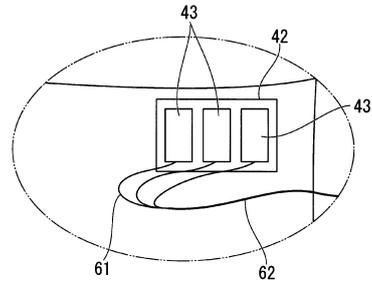


図4

フロントページの続き

(72)発明者 新井 眞

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 宮島 慶一郎

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

合議体

審判長 三崎 仁

審判官 信田 昌男

審判官 森 竜介

(56)参考文献 特開平8-210929号(JP,A)

特開2002-243506(JP,A)

特表2013-519259(JP,A)

特開2011-169418(JP,A)

特開平7-190709(JP,A)

実開昭62-35241(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 1/00-1/26

G01L 5/00-5/28

G01B 7/16

G01H 17/00