

(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2012-159507

(P2012-159507A)

(43) 公開日 平成24年8月23日 (2012. 8. 23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/16 (2006.01)	GO 1 B 11/16	Z 2 F 0 6 5
GO 1 L 3/12 (2006.01)	GO 1 B 11/16	H
	GO 1 L 3/12	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-17440 (P2012-17440) (22) 出願日 平成24年1月31日 (2012. 1. 31) (31) 優先権主張番号 11152834.5 (32) 優先日 平成23年2月1日 (2011. 2. 1) (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)	(71) 出願人 503416353 アルストム テクノロジー リミテッド ALSTOM Technology L td スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ シュトラーセ 7 Brown Boveri Strass e 7, CH-5401 Baden, Switzerland (74) 代理人 100069556 弁理士 江崎 光史 (74) 代理人 100111486 弁理士 鍛冶澤 實 (74) 代理人 100157440 弁理士 今村 良太
---	--

最終頁に続く

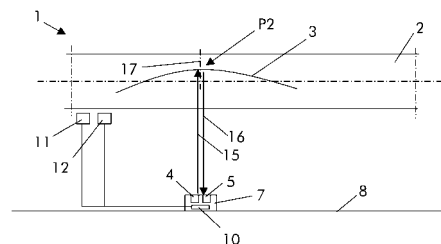
(54) 【発明の名称】 シャフトの変形を測定するための装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 シャフトの変形を測定するための装置及び方法を提供する。

【解決手段】 デバイスによってシャフト 2 の変形を測定するための方法が、変形が加えられる前に、シャフト 2 に付加されたパターン 3 を照明するステップと、パターン 3 によって反射された放射線を検出することによって第 1 基準位置を検出するステップとから成り、変形が加えられた後に、パターン 3 を照明するステップと、パターン 3 によって反射された放射線を検出することによって第 2 基準位置を検出するステップとから成る。これにより、第 1 基準位置と第 2 基準位置との間の距離に基づいて、シャフトの円周方向の変形及び／又はトルクが求められる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シャフト（２）の変形を測定するためのデバイスを備える、シャフト（２）の装置（１）であって、前記デバイスは、

前記シャフト（２）に付加された曲線パターン（３）、

前記パターン（３）を照明するための放射線源（４）、及び

前記パターン（３）によって反射された前記放射線を検出するためのセンサ（５）を備える当該装置において、

当該装置は、前記パターン（３）に面する区域（２０）にわたって前記シャフト軸（６）に対して所定方向（８）に移動可能なキャリア（７）をさらに備え、このキャリア（７）は、少なくとも前記センサ（５）を担持することを特徴とする装置（１）。 10

【請求項 2】

シャフト（２）の変形を測定するためのデバイスを備える、シャフト（２）の装置（１）であって、前記デバイスは、

前記シャフト（２）に付加された曲線パターン（３）、

前記パターン（３）を照明するための放射線源（４）、及び

前記パターン（３）によって反射された前記放射線を検出するためのセンサ（５）を備え、

前記装置（１）は、前記パターン（３）に面する区域（２０）にわたって延在しているアレイ（２２）を画定する複数の放射線源（４）と複数のセンサ（５）とを有し、 20

前記曲線パターン（３）が、前記シャフト軸（６）に対して平行な軸と共に角度（ b_1 、 b_2 ）を決定する当該装置（１）において、

前記角度（ b_1 、 b_2 ）は、前記曲線パターン（３）にわたって変化することを特徴とする装置（１）。

【請求項 3】

前記キャリア（７）は、前記放射線源（４）も担持することを特徴とする請求項 1 に記載の装置（１）。

【請求項 4】

前記所定方向（８）は、前記シャフト軸（６）に対してほぼ平行な方向であることを特徴とする請求項 1 に記載の装置（１）。 30

【請求項 5】

前記曲線パターン（３）は、前記シャフト軸（６）に対して平行な軸と共に前記曲線パターン（３）にわたって変化する角度を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の装置（１）。

【請求項 6】

前記装置（１）は、前記シャフト（２）の軸方向の位置を感知するセンサ（１１）をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置（１）。

【請求項 7】

前記装置（１）は、前記パターン（３）が前記放射線源（４）に面する時だけ前記放射線源（４）を作動させるために配置された制御ユニット（１０）をさらに備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置（１）。 40

【請求項 8】

前記装置（１）は、前記シャフト（２）に関連付けられ且つ前記制御ユニット（１０）に接続された角度センサ（１２）をさらに備えることを特徴とする請求項 7 に記載の装置（１）。

【請求項 9】

前記放射線源（４）は、光源であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置（１）。 50

【請求項 10】

前記光源は、レーザであることを特徴とする請求項 9 に記載の装置（１）。

【請求項 1 1】

前記パターン（３）は、角度の付いた複数の離散した線から成ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置（１）。

【請求項 1 2】

デバイスによってシャフト（２）の変形を測定するための方法であって、

前記デバイスは、

前記シャフト（２）に付加された曲線パターン（３）、

前記パターン（３）を照明するための放射線源（４）、

前記パターン（３）によって反射された前記放射線を検出するためのセンサ（５）、及び

前記パターン（３）に面する区域（２０）にわたって前記シャフト軸（６）に対して所定の方向（８）に移動可能なキャリア（７）を備え、

前記キャリア（７）が、少なくとも前記センサ（５）を担持するか、又は、前記センサ（５）が、前記パターン（３）に面する区域（２０）にわたって延在しているアレイ（２２）を画定する複数のセンサ（５）を有する当該方法において、

当該方法は、変形が加えられる前に、

前記パターン（３）を照明するステップと、

前記パターン（３）によって反射された前記放射線を検出することによって第 1 基準位置を検出するステップとを有し、

前記変形が加えられた後に、

前記パターン（３）を照明するステップと、

前記パターン（３）によって反射された前記放射線を検出することによって第 2 基準位置を検出するステップとを有し、

前記第 1 基準位置と前記第 2 基準位置との間の距離に基づいて、前記シャフトの円周方向の変形及び／又はトルクを求めるステップを有する方法。

【請求項 1 3】

前記キャリア（７）は、前記放射線源（４）も担持することを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 基準位置と前記第 2 基準位置との間の距離は、前記シャフト軸に対して平行な方向に沿って確定されることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記アレイ（２２）は、複数の放射線源（４）も備えることを特徴とする請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、シャフトの変形を測定するための装置及び方法に関する。

【０００２】

特に、シャフトは、ガスタービン、蒸気タービン、又は電動機のシャフトである。

【背景技術】

【０００３】

ガスタービン、蒸気タービン、又は電動機のシャフトなど、シャフトの変形を測定するための複数の方法が知られている。

【０００４】

特許文献 1 に、長手方向で離された 2 つのマークを付けられたシャフトが開示されている。マークによって反射される光のための光源と検出器が、角度変形を計算する回路に接続される。

【０００５】

特許文献 2 に、離れた位置にある第 1 反射面と第 2 反射面を有するシャフトが開示され

10

20

30

40

50

ている。反射面によって反射される光のための光源と検出器が提供され、トルクを計算する回路に接続される。

【0006】

これらの既知のシステムは、シャフト変形を直接測定する（すなわち変形角度を直接検出する）ことを試みるが、変形は通常非常に小さいので、この測定が不正確になる場合もあり得ることは明らかである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許第4995257号明細書

10

【特許文献2】米国特許第4347748号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、本発明の一態様は、シャフト変形を非常に正確に求めることができる装置及び方法を提供することを含む。

【0009】

本発明の別の態様は、単純であり高信頼性の装置及び方法を提供することを含む。

【課題を解決するための手段】

【0010】

20

当該技術的な課題は、本発明にしたがって添付の特許請求の範囲による装置及び方法を提供することによって達成される。

【0011】

本発明のさらなる特徴及び利点は、添付図面での非限定的な例によって示される、好ましいが排他的ではない装置及び方法の実施形態の説明からより明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施形態での方法の様々なステップを示す図である。

【図2】本発明の一実施形態での方法の様々なステップを示す図である。

【図3】本発明の一実施形態での方法の様々なステップを示す図である。

30

【図4】図2のパターン（第1ステップ、実線）を図3のパターン（第2ステップ、破線）に重ね合わせて示す図である。

【図5】放射線源及びセンサを有するキャリアの一例を示す図である。

【図6】装置の別の実施形態を示す図である。

【図7】曲線パターンの特定の実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

装置1は、例えばガスタービン、蒸気タービン、又は発電機のシャフト2を備える。しかし、別の機械のシャフトでもよいことは明らかである。また、この装置は、シャフト2の変形を測定するためのデバイスも備える。

40

【0014】

このデバイスは、シャフト2に付加された曲線パターン3と、パターン3を照明するための放射線源4と、パターン3によって反射された放射線を検出するためのセンサ5とを備える。

【0015】

曲線パターン3は、様々な技法でシャフトに付加された曲線でよい。例えば、シャフト表面を削ることができ、又はシャフト表面に印刷することができ、又は板片などの積層体にパターンを印刷し、もしくは積層体を削り、もしくは任意の他の技法で積層体にパターンを付加し、次いでそれをシャフト2に取り付けることができる。

【0016】

50

放射線源 4 は、好ましくは光源であり、指向性光源又はレーザでよいが、必ずしもそうである必要はない。放射線源 4 は、特定の周波数又は所与の周波数範囲で光を放出することができる。当然、他のタイプの放射線源も可能である。

【0017】

センサ 5 は、放射線源 4 によって放出され、パターン 3 によって反射された光によって作動されるフォトダイオードでよい。

【0018】

シャフト 2 が長手方向軸 6 を有し、またデバイスはキャリア 7 も備えており、このキャリア 7 は、シャフト軸 6 に対して所定方向 8 に沿って、少なくとも曲線パターンに面する区域にわたって移動可能である。例えば図 3 では、キャリア 7 が移動することができる曲線パターン 3 に面するこの区域が、参照番号 20 によって識別されている。

10

【0019】

好ましくは、曲線パターン 3 は、シャフト軸 6 に平行な軸と共に、曲線パターン 3 にわたって変化する角度を決定する。

【0020】

キャリア 7 は、センサ 5 を担持し、図示される実施形態では放射線源 4 も担持する。

【0021】

好ましい実施形態では、所定方向 8 は、(両方の向き 8 a、8 b で) シャフト軸 6 に対してほぼ平行な方向である。

【0022】

20

これに関して、デバイスは、シャフト軸 6 に平行に延びるレール 9 を含み、キャリア 7 がこのレール 9 上で摺動する。

【0023】

また、デバイスは、好ましくはキャリア 7 に搭載した制御ユニット 10 も含む。制御ユニット 10 は、放射線源 4 及びセンサ 5 に接続され、また好ましくはディスプレイなど出力要素 21 に接続される。

【0024】

加えて、デバイスは、シャフト 2 の軸方向位置を感知するセンサ 11 をさらに含む。このセンサ 11 も制御ユニット 10 に接続される。

【0025】

30

有利には、制御ユニット 10 は、パターン 3 が放射線源 4 に面するとき時だけ放射線源 4 を作動させるために配置され得る。これに関して角度センサ 12 が提供される。角度センサ 12 は、シャフト 2 に関連付けられ、制御ユニット 10 に接続される。

【0026】

この装置の動作は、本明細書の説明及び図面から明らかであり、実質的に以下のようなものである。

【0027】

図 1 は、キャリア 7 の第 1 基準位置が測定される第 1 操作ステップを示す。例えば、第 1 基準位置は、不動の(すなわち静止している)シャフトを用いて、又は所与の条件下で回転するシャフトを用いて測定することができる。

40

【0028】

キャリア 7 が方向 8 に沿って移動され、放射線源 4 が作動される。

【0029】

シャフトが回転するとき、放射線源 4 は、好ましくは、パターン 3 が放射線源 4 に面する時だけ作動される。これは、センサ 11 によってシャフト 2 の角度位置を測定し、この情報を制御ユニット 10 に伝送し、制御ユニット 10 がそれに従って放射線源 4 を作動することによって実現される。

【0030】

放射線源 4 によって発生された光ビーム 15 は、ある角度 α でシャフト 2 及びパターン 3 に当たり、ビームがパターン 3 に当たった位置で、パターン 3 に垂直な軸 17 に対して

50

同じ角度 α で反射されて返される（参照番号 16 が、反射されたビームを示す）。

【0031】

図 1 に示されるように、位置 P1 でパターン 3 が、ビーム 15 に対して十分に垂直でない場合、反射されたビーム 16 は、キャリア 7 及びセンサ 5 に向けて反射されず、センサ 5 は信号を何も検出しない。

【0032】

キャリア 7 が移動され、パターン 3 とビーム 15 とが、互いにほぼ垂直な位置 P2 でビーム 15 がパターン 3 に当たるとき、反射されたビーム 16 は、ビーム 15 に対してほぼ平行に、センサ 5 に向けて反射される。したがって、反射されたビーム 16 をセンサ 5 によって検出することができ、センサ 5（又はキャリア 7）の第 1 基準位置が確定される。

10

【0033】

したがって、トルクが加えられ、シャフトは、求めなければならない変形に耐える。

【0034】

この変形によりパターン 3 も変形される。例えば図 3 に、シャフト変形により変形されたパターン 3 が示されている。この変形後には、第 1 基準位置にあるセンサ 5 は反射されたビーム 16 をもはや受け取らないことは明らかである。

【0035】

したがって、第 1 基準位置の検出に関して上述したのと同じステップで、変形されたパターン 3 がビーム 15 に対してほぼ垂直である位置 P3 が求められ、センサ 5（又はキャリア 7）の第 2 基準位置が確定される。

20

【0036】

この軸方向距離（すなわち、シャフト軸 6 に沿った第 1 基準位置と第 2 基準位置との間の距離）が、シャフト変形を示唆する。

【0037】

これに関して、パターン 3 は、シャフトの所与の変形（トルク）が第 1 基準位置と第 2 基準位置との間の所与の距離に対応するような形状にすることができる。これにより、有利には、この間接的な検出によってシャフトの変形を増幅することができ、検出が容易になるので、小さい変形も非常に正確に求めることができるようになる。

【0038】

操作中、シャフト 2 は、軸方向のずれに耐えることもできる。そのため、シャフト 2 の軸方向位置を測定して、生じていることがあるシャフト 2 のずれを検出する。次いで、この情報が制御ユニット 10 に伝送されて、第 1 基準位置と第 2 基準位置との間の距離の差の値を補償し、すなわちシャフト変形を補償する。

30

【0039】

図 6 は、この装置の異なる実施形態を示す。この図で、上述したものと同一又は同様の要素は同様の参照番号で示されている。

【0040】

図示されるように、この実施形態での装置も、曲線パターン 3 を有するシャフト 2 を含み、この曲線パターン 3 は、例えば前の実施形態を参照して上述したパターンと同じ形状である。

40

【0041】

さらに、曲線パターン 3 に面する区域 20 にわたって移動することができるキャリア 7 に放射線源 4 及びセンサ 5 を取り付けるのではなく、複数の放射線源 4 及びセンサ 5 を備えるアレイ 22 が提供される。

【0042】

好ましくは、放射線源 4 とセンサ 5 は対として構成され、すなわち放射線源 4 がそれに対応するセンサ 5 を有する。

【0043】

さらに、好ましくは、アレイ 22 が、曲線パターン 3 に面する区域 20 にわたって延在している。

50

【0044】

すべての放射線源4及びセンサ5（それらは第1実施形態に関して上述したのと同じ特徴を有することができる）が、制御ユニット10に接続される。制御ユニット10は、次にシャフト2の軸方向位置を感知するセンサ11及び角度を感知するセンサ12に接続される。

【0045】

好ましくは、曲線パターン3は、シャフト軸6に平行な軸と共に、曲線パターン3にわたって変化する角度 b_1 、 b_2 を決定する。

【0046】

この装置には、可動部を有さないという利点がある。

10

【0047】

この実施形態での装置の動作は、上述したものと同様である。

【0048】

測定すべきトルク（又はそれにより引き起こされる変形）が加えられる前に、（すべての）放射線源4が作動される。それらがビーム15を発生し、ビーム15がパターン3によって反射される。特に、上述したように、パターン3がビーム15に対してほぼ垂直である時だけ、反射されたビーム16がセンサ5に当たる。

【0049】

特に、ビーム15は、シャフト軸6に垂直な軸23に対して非常に小さな角度で放出される。そのため、ビーム15が放射線源4aによって放出される場合、ビーム15に対してほぼ垂直な位置でパターン3によって反射された対応するビーム16は、その放射線源4aに隣接するセンサ5aに当たり、ビーム15の傾きの方向にずれる。このようにして、第1基準位置を確定することができる。

20

【0050】

その後、測定すべきトルクが加えられ、測定が再び行われ、第2基準位置が確定される。

【0051】

第1基準位置と第2基準位置との間の距離（又は差）により、トルク及び／又は円形変形を確定することができるようになる。

【0052】

別の実施形態（図7）では、曲線パターン3が、角度の付いた複数の離散した線からなることもあり、連続的なアナログの尺度ではなくデジタルの尺度を有する。

30

【0053】

また、本発明は、シャフトの変形を測定するための方法にも言及する。

【0054】

この方法は、変形が加えられる前に、パターン3を照明するステップと、パターン3によって反射された放射線を検出することによって第1基準位置を検出するステップとを有する。

【0055】

次いで、変形が加えられ、パターンを照明するステップと、パターン3によって反射された放射線を検出することによって第2基準位置を検出するステップとがさらに行われる。

40

【0056】

次いで、第1基準位置と第2基準位置との間の距離に基づいて、シャフトの円周方向の変形及び／又はトルクを求めることができる。

【0057】

有利には、第1基準位置と第2基準位置との間の距離は、シャフト軸に平行な方向に沿って確定される。

【0058】

当然、説明した特徴を互いに別々に提供することもできる。

50

【0059】

実際、使用される材料及び寸法は、要件及び現況技術に応じて任意に選択することができる。

【符号の説明】

【0060】

1	装置	
2	シャフト	
3	パターン	
4、4 a	放射線源	
5、5 a	センサ	10
6	シャフト 2 の軸	
7	キャリア	
8	方向	
8 a、8 b	方向 8 の向き	
9	レール	
10	制御ユニット	
11	シャフト 2 の軸方向位置を感知するセンサ	
12	シャフト 2 の角度を感知するセンサ	
15	放射線源 4 によって発生される光ビーム	
16	パターン 3 によって反射された光ビーム	20
17	パターン 3 に垂直な軸	
20	パターンに面する区域	
21	ディスプレイ	
22	アレイ	
23	軸 6 に垂直な軸	
a	角度	
P 1、P 2、P 3	パターン 3 上での位置	

A schematic diagram showing a cross-section of a system. It consists of several horizontal layers. At the bottom is layer 8. Above it is a component 10 with two arrows pointing left and right, labeled 8a and 8b. On top of component 10 is a small rectangular assembly containing parts 4 and 5, with a bracket 7 indicating its width. To the left of this assembly are two vertical structures labeled 11 and 12. Above these is a curved dashed line representing a surface or boundary. Below this curve is a solid line labeled 15, which has three arrows pointing upwards towards the curve, labeled α. Further up is another solid line labeled 16. Above that is a dashed line labeled 17. The topmost part of the diagram shows a series of parallel horizontal lines, with labels 1, 2, 3, and 6 indicating different regions or layers.

The diagram shows a control system with two main processing blocks, 4 and 5, connected by a horizontal line. Block 4 has an output arrow labeled 15 pointing upwards. Block 5 has an input arrow labeled 16 pointing downwards. Both blocks are enclosed within a larger rectangular frame. Below block 4 is a block labeled 10, and below block 5 is a block labeled 21. These two blocks are connected by a horizontal line. A dashed line is shown at the bottom of the diagram.

A graph with a horizontal axis and a vertical axis. A dashed curve, labeled '3', starts at a low value on the left, rises to a peak, and then falls back down. The curve is entirely below the horizontal axis.

フロントページの続き

(74)代理人 100153419

弁理士 清田 栄章

(72)発明者 フィリップ・デイビッド・ヘムスレイ

イギリス国、ラグビー、ウォリックシャー・シーブイ 2 2 ・ 5 エイチディー、ダンスモアー・アヴェニュー、 2 7

F ターム(参考) 2F065 AA65 BB06 BB16 BB28 CC00 FF42 FF44 FF65 FF67 GG12
GG14 GG21 HH04 HH05 JJ01 JJ02 JJ18 JJ25 MM07 PP02
PP22

【外国語明細書】
2012159507000001.pdf