

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7270830号  
(P7270830)

(45)発行日 令和5年5月10日(2023.5.10)

(24)登録日 令和5年4月27日(2023.4.27)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 2 K 3/51 (2006.01) H 0 2 K 3/51 A

請求項の数 4 (全11頁)

|             |                             |          |  |
|-------------|-----------------------------|----------|--|
| (21)出願番号    | 特願2022-502766(P2022-502766) | (73)特許権者 | 000006013<br>三菱電機株式会社<br>東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 |
| (86)(22)出願日 | 令和2年2月28日(2020.2.28)        | (74)代理人  | 110002941<br>弁理士法人ばるも特許事務所                 |
| (86)国際出願番号  | PCT/JP2020/008259           | (72)発明者  | 佐保 康平<br>東京都千代田区丸の内二丁目7番3号<br>三菱電機株式会社内    |
| (87)国際公開番号  | WO2021/171544               | 審査官      | 若林 治男                                      |
| (87)国際公開日   | 令和3年9月2日(2021.9.2)          |          |  |
| 審査請求日       | 令和4年5月19日(2022.5.19)        |          |  |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転電機

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

回転子に嵌合し前記回転子の回転子コイルを保持する保持環、  
導電性の金属板を積層して形成したフレキシブルリードと、前記フレキシブルリードに接  
続された金属線と、により構成され、前記回転子の界磁極同士を電気的に接続する極間渡  
り線、

を備え、

前記フレキシブルリードの金属板の半径方向の配置位置を内層側と外層側に2分する場  
合に、前記金属板の全積層枚数が奇数の場合のみ前記半径方向の中央に配置された1枚を除  
き内層側と外層側に2分するとともに、前記内層側に配置された各金属板の板厚の平均値  
が、前記外層側に配置された各金属板の板厚の平均値よりも小さくなるよう構成されて  
いることを特徴とする回転電機。

10

## 【請求項2】

前記フレキシブルリードは、前記外層側から前記内層側に向かって段階的に板厚が薄くな  
っていることを特徴とする請求項1に記載の回転電機。

## 【請求項3】

前記フレキシブルリードは、全体の板厚は周方向の各位置では軸方向に同一であり、前記  
回転子の界磁極の極間中心線を含む中央領域である形状中心部では、外周側に向かって凸  
状となっており、前記外層側から前記内層側に向かって段階的に板厚が薄くなる領域を有  
するとともに、積層された前記金属板の板厚が前記周方向において連続的に変化する領域

20

を有するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の回転電機。

【請求項 4】

前記形状中心部以外では前記金属板の板厚が均等に構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

タービン発電機などの回転電機は、回転子および固定子を有する。回転子には界磁巻線が巻回されている。この界磁巻線に電流を流し、原動機の動力で回転子を回転させることで回転磁界が発生し、固定子巻線に出力電流を発生させる。回転子は、通常、2極あるいは4極の界磁極を有しており、回転子端部に取り付けた極間渡り線により極同士を電氣的に接続している。この極間渡り線は円環状であり、極間中心部にフレキシブルリードを有する。フレキシブルリードは、湾曲した形状の同じ板厚の銅板を複数枚積層した構造であり可撓性を有する。フレキシブルリードの両端は口ウ付けにより極間渡り線と接続されている。極間渡り線およびフレキシブルリードの外径側は、回転子端部に焼嵌められた円環状の保持環で覆われる。極間渡り線およびフレキシブルリードと保持環の間には絶縁ブロックが挟まれている。

【0003】

上記の回転電機は、回転時の遠心力により、その保持環は円環半径が広がり、絶縁ブロックは外径側に移動する。これに伴い極間渡り線は絶縁ブロックに沿って円環半径が広がり、フレキシブルリードが周方向の伸びを吸収する。周方向に伸びることで、フレキシブルリードの中央部には曲げモーメントが発生する。曲げモーメントによりフレキシブルリード各層の中央部には内径側引張、及び外径側圧縮の曲げ応力が発生する。この場合、曲率の大きい内層側ほど曲げ応力は大きく、最大応力の発生箇所は最内層の中央部である。

この最大応力が過大になると、起動停止の繰返しにより、極端な場合には、疲労破壊を生ずる可能性が出てくる。

【0004】

このような結果が生じないようにするため、従来の回転電機では、フレキシブルリードに変形防止部材を当接させ、フレキシブルリード中央部に発生する応力を低減しているものがある（特許文献1）。また、他の例として、フレキシブルリードの径方向の長さを長くとり、フレキシブルリード中央部に発生する応力を低減しているものがある（特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開昭62-104446号公報（2頁37～42行、図2）  
特公昭62-031577号公報（2頁48～57行、図8）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような回転電機においては、フレキシブルリードに発生する最大応力を低減するため、部材の追加、あるいはフレキシブルリードの形状変更が実施されているが、従来の通風経路が維持できず、冷却の妨げになり発電効率が低下する。また、フレキシブルリード周辺のスペースに制約がある場合には適用できない。

【0007】

本願は、上記のような課題を解決するための技術を開示するものであり、従来通りの冷却性能を維持し、かつフレキシブルリードに与えられるスペースを変更することなく、フ

10

20

30

40

50

レキシブルリードに発生する最大応力を低減することによる強度信頼性の向上を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本願に開示される回転電機は、  
回転子に嵌合し前記回転子の回転子コイルを保持する保持環、  
導電性の金属板を積層して形成したフレキシブルリードと、前記フレキシブルリードに接続された金属線と、により構成され、前記回転子の界磁極同士を電氣的に接続する極間渡り線、  
を備え、

10

前記フレキシブルリードの金属板の半径方向の配置位置を内層側と外層側に2分する場合に、前記金属板の全積層枚数が奇数の場合のみ前記半径方向の中央に配置された1枚を除き内層側と外層側に2分するとともに、前記内層側に配置された各金属板の板厚の平均値が、前記外層側に配置された各金属板の板厚の平均値よりも小さくなるよう構成されていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0009】

本願に開示される回転電機によれば、従来通りの冷却性能を維持し、かつフレキシブルリードに与えられるスペースを変更することなく、フレキシブルリードに発生する最大応力を低減することによる強度信頼性の向上を実現できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

- 【図1】実施の形態1による発電機の断面図である。
- 【図2】図1の回転子端部の構造を説明するための断面図である。
- 【図3】図2の回転子端部の軸方向断面の拡大模式図である。
- 【図4】図2の回転子端部の軸に直交する面の一部（B部）拡大図である。
- 【図5】フレキシブルリードの変形状態を説明するための図である。
- 【図6】実施の形態1によるフレキシブルリードの正面図である。
- 【図7】実施の形態2によるフレキシブルリードの正面図である。
- 【図8】実施の形態3によるフレキシブルリードの正面図である。
- 【図9】実施の形態4によるフレキシブルリードの正面図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0011】

本願は、回転電機（例えばタービン発電機）に関わり、界磁巻線の極同士を電氣的に接続する極間渡り線を備えた回転電機に関するものである。以下、この回転電機に関わる実施の形態について、図を用いて説明する。

【0012】

実施の形態1 .

図1は、実施の形態1による発電機の全体構成を示す断面図である。図1において、回転子1は、回転子軸2と、回転子軸2に設けられている回転子本体3とを有している。回転子本体3は、回転子鉄心4、複数の回転子コイル（図示せず）、及び一对の保持環5を有している。回転子鉄心4には、複数の回転子スロット（図示せず）が設けられている。回転子コイルは、この回転子スロットに設けられている。保持環5は、回転子鉄心4の両端部を囲繞しており、回転子コイルを保持している。

40

【0013】

ここで、回転子1は回転子コイルに界磁電流を流すことで電磁石化され、回転子軸2に接続された原動機により回転する。これにより固定子コイルに流れる出力電流を取り出すことで発電する。

【0014】

回転子軸2は、枠体6に回転可能に支持されている。回転子軸2には、一对の送風ファ

50

ン7が設けられている。送風ファン7は、回転子本体3の軸方向の両端部で、それぞれ、保持環5に対向して配置されており、回転子軸2と一体で回転する。

また、枠体6の内部には、固定子8が設置されている。この固定子8は、円筒状の固定子鉄心9と、固定子鉄心9に設けられている複数の固定子コイル10とを有している。固定子8は、回転子鉄心4を囲繞するように配置されている。ここで、固定子8の内周面は、回転子1の外周面に対向している。

#### 【0015】

枠体6内には、冷却ガス11が封入されている。冷却ガス11としては、例えば水素または空気が用いられる。枠体6内における固定子8の径方向外側には、ガス冷却器12が設けられている。回転子1が回転すると送風ファン7が回転し、冷却ガス11が枠体6内を循環する。これにより、枠体6内の各部が冷却される。

10

#### 【0016】

図1に示した回転子ラジアルベント式の冷却方式では、冷却ガス11は、送風ファン7により送り出され、回転子本体3および固定子8を通過して高温となる。その後、冷却ガス11は、ガス冷却器12を通過して低温となり、送風ファン7に戻る。

#### 【0017】

図2(a)は、実施の形態1による発電機の回転子端部の構成を示す断面図、図2(b)は、この図2(a)のAA断面図である。また、図3は、図2(a)を拡大して示した模式図である。図3に示したように、回転子軸2には保持環が焼嵌められている。また、図2(a)、図3に示したように、保持環5の機外側端部には、エンドリング16が内嵌されており、保持環5の機外側の变形を防いでいる。また、保持環5の内径側には回転子コイル15、極間渡り線13および絶縁ブロック14が配置されている。回転子端部の保持環5の機外側の内径側には極間渡り線13が取り付けられている。この極間渡り線13は回転子の極同士を電氣的に接続する役割をもつ。回転子の極数は、2極または4極である。保持環5と極間渡り線13の間は絶縁ブロック14で絶縁されている。タービン発電機(以下では、省略して単に発電機と呼ぶ)の場合、発電機の回転子軸2は、その両端部分で、それぞれ、原動機と励磁機に接続される。この場合において、上記極間渡り線13は、励磁機側の回転子端部の保持環5の内径側に設けられている。なお、発電機1機につき、極間渡り線の数1個であり、原動機側の保持環の内径側には、極間渡り線は設けられていない。

20

30

#### 【0018】

図4は実施の形態1による発電機の回転子端部を軸方向から見た拡大断面図であり、先に説明した図2(b)の一部である破線で囲んだB部の拡大図である。極間渡り線13は円環形状であり、回転子の極間中心部1a(上記図2(b)で示した破線で囲んだB部内の領域であって、図4に示した極間中心線に対して線対称となる領域(図中の2つの点線で挟まれた長さLで示した範囲)であり、下記金属線の一部を極間中心線の左右両側に含む)のうち、回転子軸に近い内周側に配置されているとともに、フレキシブルリード17、および金属線13aを有する。以上説明したように、極間中心部1a内にフレキシブルリード17を有するため、極間渡り線は、円周上の2箇所フレキシブルリードを有する。

#### 【0019】

ここで、フレキシブルリード17は、回転子の外径側に凸となる湾曲した形状を持つ導電性を有する金属板である銅板が、複数枚積層された構造となっており、可撓性を有する。この銅板として、例えば、タフピッチ銅材が用いられる。一方、金属線13aは積層構造でなく、同様の材質からなる一本の導電性のある線である。

40

なお、以上のフレキシブルリードの材質は、タフピッチ銅などに代表される銅合金に限らず、導電性を有する材料であればよい。

また、フレキシブルリード17の湾曲部分の形状は、極間中心線を対称軸として、ほぼ左右対称である(この部分を以降、形状中心部17aと呼ぶ。これについては、後程、詳しく説明する)。また、フレキシブルリード17の径方向に隣り合う層同士は当接しており、当接面ではすべり及び分離が許容されている。さらに、フレキシブルリード17の両

50

端部は、金属線 13 a と、ろう付けまたは溶接により固定されている。製造段階で応力が発生しないようにするためである。

さらに、以上においては、フレキシブルリードは 2 箇所あるとして説明したが、1 箇所であってもよい。

#### 【 0 0 2 0 】

ここで、図示したように、極間渡り線の金属線 13 a およびフレキシブルリード 17 の外径側には、絶縁ブロック 14 が当接している。絶縁ブロック 14 の外径側は、回転子端部に焼嵌められた円環状の保持環 5 で覆われている。絶縁ブロック 14 は周方向に複数個配置されている。回転時の遠心力により、上記保持環 5 は円環半径が広がる。これに伴い、保持環 5 と極間渡り線 13 との間に周方向に複数個配置されている絶縁ブロック 14 は、外径側に移動する。この時、極間渡り線 13 は絶縁ブロック 14 の内径面に沿って円環半径が広がるが、可撓性を有するフレキシブルリード 17 が金属線 13 a の周方向の伸びを吸収する。

10

#### 【 0 0 2 1 】

図 5 は、フレキシブルリードの変形状態を説明するための図である。この図に示すように、フレキシブルリードが均等な板厚の銅板を積層した構造である場合、回転子の回転時において、フレキシブルリードの両端部が図に示すように、周方向にそれぞれだけ変位することで、フレキシブルリードの各層の凸状に形成された極間中心線を含む形状中心部 17 a ( 図中、2 つの二点鎖線で挟まれた角 で示した領域。この領域内では各層の曲率の符号は同一となっている。なお、ここでいう曲率は符号付き曲率のことである。以下同様 ) には曲げモーメント M が発生する。この曲げモーメント M により、フレキシブルリードの各層の頂点部分 ( 極間中心線を含み、この極間中心線の近傍領域。以下同様 ) においては、内径側には引張の曲げ応力、外径側には圧縮の曲げ応力が、それぞれ発生する。この結果、フレキシブルリードの全層のうち、頂点部分に最も大きな応力が発生するのは、最も曲率の大きい最内層である。

20

#### 【 0 0 2 2 】

図 6 は実施の形態 1 によるフレキシブルリード 17 の構成の一例を示す正面図である。実施の形態 1 におけるフレキシブルリード 17 は、内層側と外層側とを全積層枚数の半分で区分した場合に、内層側の板厚の平均値が外層側よりも小さい。

#### 【 0 0 2 3 】

なお、フレキシブルリードの全積層枚数が奇数である場合には、中央の層を除いて、中央の層よりも内径側の層を内層側、中央の層よりも外径側の層を外層側として、各々の板厚の平均値を比較する。この場合において、フレキシブルリード 17 を構成する層の数は 2 層以上である。

30

#### 【 0 0 2 4 】

ここで、フレキシブルリード 17 を構成する層の板厚は 2 種類以上である。また、フレキシブルリード全体の板厚は周方向に一様である。また、フレキシブルリード 17 の軸方向の板幅は、従来のフレキシブルリードと同じであり、導体断面積も従来と同じである。( 金属線 13 a およびフレキシブルリード 17 で構成される ) 極間渡り線 13 の内径側には、( 図示しない ) 回転子軸が配置されている。極間渡り線 13 と回転子軸との間には、空隙が設けられている。フレキシブルリード 17 の形状中心部と回転子軸の間にも同様に空隙が設けられている。そして、極間渡り線 13 と回転子軸との間の空隙には、回転電機が運転中、機外側から機内側に向かって通風ファンにより冷却ガスが送られる。

40

#### 【 0 0 2 5 】

このような発電機では、通風による冷却ガスの効果により、従来通りの冷却性能を維持し、かつフレキシブルリードに与えられるスペースを変更することなく、フレキシブルリードに発生する最大応力を従来よりも低減し、強度信頼性を向上できる。

#### 【 0 0 2 6 】

実施の形態 2 .

図 7 は実施の形態 2 による発電機のフレキシブルリード 17 の構成の一例を示す正面図

50

である。図に示すように、実施の形態 2 におけるフレキシブルリード 17 は、外層側から内層側に向かって段階的に板厚が薄くなる。ここで、フレキシブルリード 17 を構成する層の数は 2 層以上である。また、フレキシブルリード 17 を構成する層の板厚の種類は全積層枚数と同じである。さらに、フレキシブルリード全体の板厚は周方向と同じである。なお、その他の構成は実施の形態 1 と同様である。なお、フレキシブルリード 17 の軸方向の板幅は、従来のフレキシブルリードと同じであり、導体断面積も従来と同じである。

また、極間渡り線 13 と回転子軸との間には、空隙が設けられている。また、フレキシブルリード 17 の凸状部と回転子軸の間にも同様に空隙が設けられている。ここで、極間渡り線 13 と回転子軸との間の空隙には、回転電機が運転中においては、機外側から機内側に向かって、通風ファンにより冷却ガスが送られる。

#### 【0027】

フレキシブルリード 17 は、回転子の外径側に凸となる湾曲した形状を持つ導電性を有する金属板である銅板が、複数枚積層された構造となっており、可撓性を有する。この銅板として、例えば、タフピッチ銅材が用いられる。一方、金属線 13a は、フレキシブルリードと異なり、積層構造でなく一体の線である。

なお、このフレキシブルリード 17 の材質は、上記タフピッチ銅などの銅合金に限らず、導電性を有する材料であればよい。金属線の材質も同様である。

#### 【0028】

また、フレキシブルリード 17 は、図中、角 で示した形状中心部で、外径側に凸の湾曲した形状となっており、極間中心線を対称軸として、ほぼ左右対称である。ここで、フレキシブルリード 17 の径方向に隣り合う層同士は当接しており、当接面ではすべりおよび分離が許容されている。

#### 【0029】

フレキシブルリード 17 の両端部は極間渡り線 13 の金属線 13a と、ろう付けまたは溶接で固定されている。製造段階で応力が発生しないようにするためである。

#### 【0030】

このような発電機では、通風による冷却ガスの効果により、従来通りの冷却性能を維持し、かつフレキシブルリードに与えられるスペースを変更することなく、フレキシブルリードに発生する最大応力を従来よりも低減し、強度信頼性を向上できる。

#### 【0031】

実施の形態 3 .

図 8 は、実施の形態 3 による発電機のフレキシブルリード 17 の構成を示す正面図である。実施の形態 3 におけるフレキシブルリード 17 は、内層側と外層側とを全積層枚数の半分で区分した場合に、形状中心部 17a において、内層側の板厚の平均値が外層側よりも小さい領域を有する。例えば、極間中心線を含む頂点部分が該当する。

#### 【0032】

なお、フレキシブルリードの全積層枚数が奇数である場合には、中央の層を除いて、中央の層よりも内径側の層を内層側、中央の層よりも外径側の層を外層側として、各層の板厚の平均値を比較する。この場合には、形状中心部 17a 以外は、均等な板厚の銅板を積層している。ここで、各金属板の板厚は、フレキシブルリードの形状中心部においては極間中心線から（形状中心部の）周辺部分である端部に向かって連続的に変化する。

#### 【0033】

また、フレキシブルリード 17 は、極間中心線を対称軸として、ほぼ左右対称な形状である。フレキシブルリード 17 を構成する層の数は 2 層以上である。フレキシブルリード 17 の各層の頂点部分の板厚の種類は 2 種類以上である。なお、フレキシブルリード全体の板厚は周方向に一様である。その他の構成は実施の形態 1 と同様である。また、フレキシブルリード 17 の軸方向の板幅は、従来のフレキシブルリードと同じであり、導体断面積も従来と同じである。

#### 【0034】

本実施の形態の発電機においても、極間渡り線 13 と（図示しない）回転子軸との間に

10

20

30

40

50

は、空隙が設けられている。また、フレキシブルリード17の形状中心部17aと回転子軸の間にも同様に空隙が設けられている。ここで、極間渡り線13と回転子軸との間の空隙には、回転電機が運転中においては、機外側から機内側に向かって、通風ファンにより冷却ガスが送られる。

【0035】

ここでも、フレキシブルリード17は、回転子の外径側に凸状となる湾曲した形状を持つ導電性を有する金属板である銅板が、複数枚積層された構造となっており、可撓性を有する。この銅板として、例えば、タフピッチ銅材が用いられる。そして、積層構造ではなく、一本の(太い)線である金属線とフレキシブルリードの周辺部分で接続され、この両者で極間渡り線13を構成している。

10

【0036】

なお、実施の形態3のフレキシブルリードの上記以外の構造、構成、あるいは材質は、実施の形態1、あるいは実施の形態2と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0037】

上記のように構成された発電機においても、通風による冷却ガスの効果により、従来通りの冷却性能を維持し、かつフレキシブルリードに与えられるスペースを変更することなく、フレキシブルリードに発生する最大応力を従来よりも低減し、強度信頼性を向上できる。

【0038】

実施の形態4

20

図9は、実施の形態4による発電機のフレキシブルリード17の構成を示す正面図である。実施の形態4におけるフレキシブルリード17は、凸状に湾曲した形状中心部の頂点部分において、外層側から内層側に向かって段階的に板厚が薄くなる。フレキシブルリード17の形状中心部以外は均等な板厚の銅板を積層している。そして、フレキシブルリード17の各々の層の板厚は、凸状に湾曲した頂点部分から形状中心部の端部に向かって連続的に変化する。ここで、フレキシブルリード17を構成する層の数は2層以上である。フレキシブルリード17の各層の頂点部の板厚の種類は全積層枚数と同じである。なお、フレキシブルリード全体の板厚は周方向に一樣である。その他の構成は実施の形態1と同様である。また、フレキシブルリード17の軸方向の板幅は、従来のフレキシブルリードと同じであり、導体断面積も従来と同じである。

30

【0039】

また、極間渡り線13と(図示しない)回転子軸との間には、空隙が設けられている。また、フレキシブルリード17の形状中心部17aと回転子軸の間にも同様に空隙が設けられている。そして、極間渡り線13と回転子軸との間の空隙には、回転電機が運転中においては、機外側から機内側に向かって、通風ファンにより冷却ガスが送られる。

【0040】

また、フレキシブルリード17の径方向に隣り合う層同士は当接しており、当接面ではすべりおよび分離が許容されている。フレキシブルリード17の両端部は極間渡り線13と、ろう付けまたは溶接で固定されている。製造段階で応力が発生しないようにするためである。

40

【0041】

本実施の形態における発電機では、上記以外のフレキシブルリード17の構造、あるいは材質は、他の実施の形態と同じである。

【0042】

上記のように構成された発電機においても、通風による冷却ガスの効果により、従来通りの冷却性能を維持し、かつフレキシブルリードに与えられるスペースを変更することなく、フレキシブルリードに発生する最大応力を従来よりも低減し、強度信頼性を向上できる。

【0043】

ここで、上記の各実施の形態では、フレキシブルリードを構成する銅板の枚数が多いほ

50

ど、電流の流れる導体断面積あたりの、冷却ガスとの間で熱伝達の発生する表面積が大きくなり、フレキシブルリードの発熱が低減されるため、温度上昇による材料の引張強度および疲労強度の低下が抑えられ強度信頼性が向上する。

【 0 0 4 4 】

また、上記の各実施の形態で示したフレキシブルリードの最も薄い板厚を有する層は、少なくとも自重または遠心力で座屈を生じない程度の板厚を有する。

以上の例では、回転電機としてタービン発電機を例に説明したが、その他の発電機、および電動機にも適用できる。

【 0 0 4 5 】

本願は、様々な例示的な実施の形態及び実施例が記載されているが、1つ、または複数の実施の形態に記載された様々な特徴、態様、及び機能は特定の実施の形態の適用に限られるのではなく、単独で、または様々な組み合わせで実施の形態に適用可能である。

従って、例示されていない無数の変形例が、本願明細書に開示される技術の範囲内において想定される。例えば、少なくとも1つの構成要素を変形する場合、追加する場合または省略する場合、さらには、少なくとも1つの構成要素を抽出し、他の実施の形態の構成要素と組み合わせる場合が含まれるものとする。

【符号の説明】

【 0 0 4 6 】

1 回転子、1 a 極間中心部、2 回転子軸、3 回転子本体、4 回転子鉄心、5 保持環、6 枠体、7 送風ファン、8 固定子、9 固定子鉄心、10 固定子コイル、11 冷却ガス、12 ガス冷却器、13 極間渡り線、13 a 金属線、14 絶縁ブロック、15 回転子コイル、16 エンドリング、17 フレキシブルリード、17 a 形状中心部

10

20

30

40

50

【圖面】  
【圖 1】

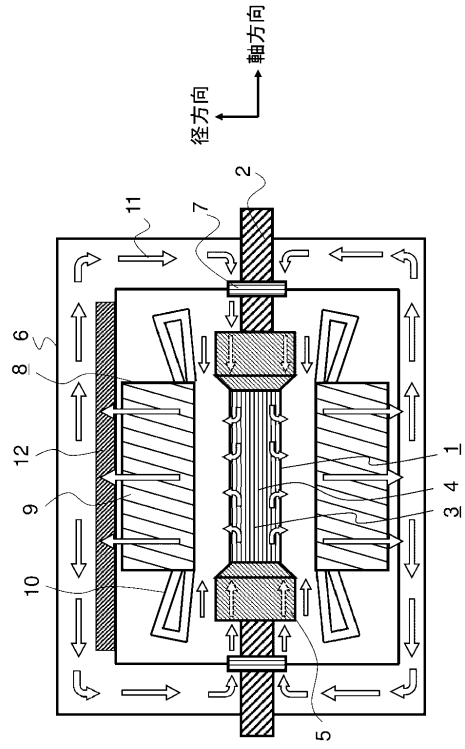


圖1

【圖 2】

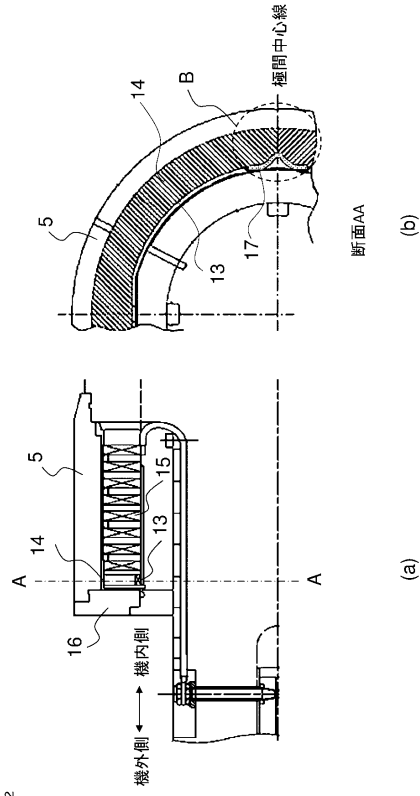


圖2

【圖 3】

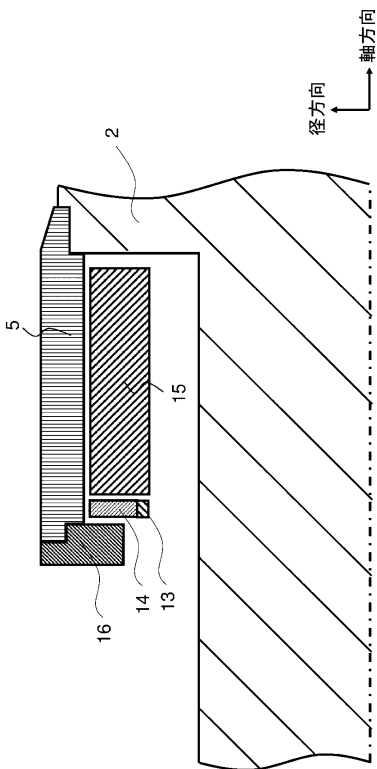


圖3

【圖 4】

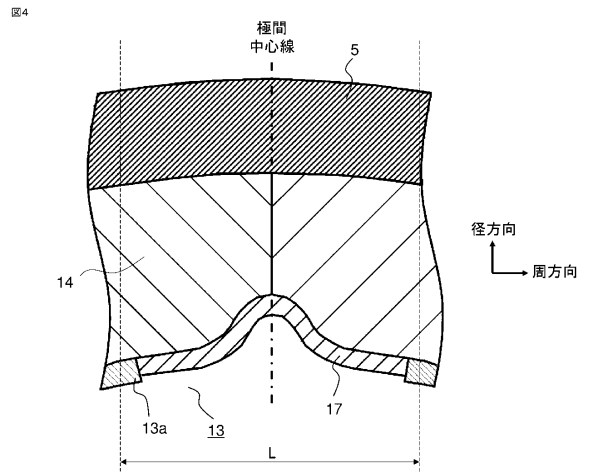


圖4

10

20

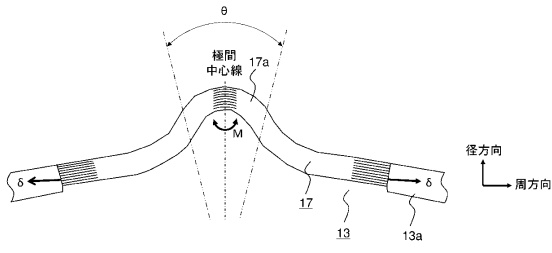
30

40

50

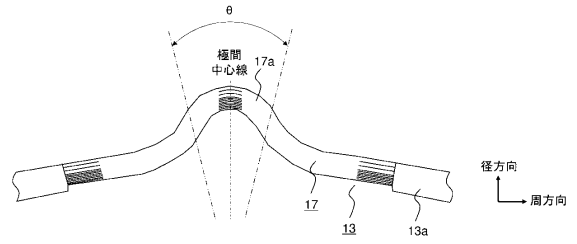
【図5】

図5



【図6】

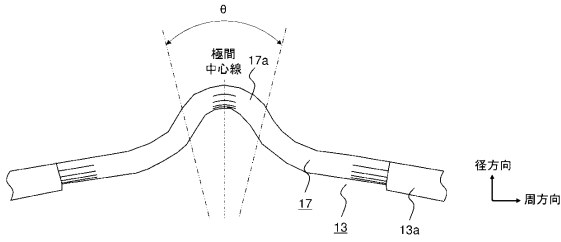
図6



10

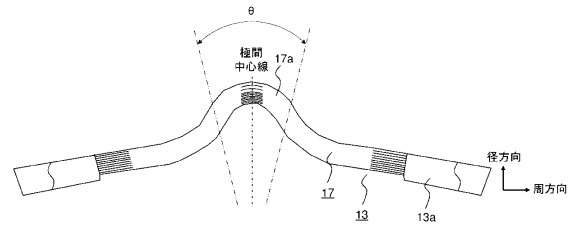
【図7】

図7



【図8】

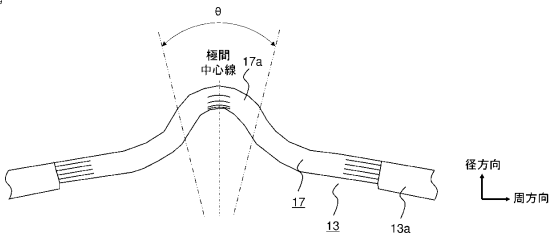
図8



20

【図9】

図9



30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭 6 3 - 1 0 3 6 3 6 ( J P , A )  
特開昭 5 8 - 1 8 2 4 4 1 ( J P , A )  
特開昭 6 0 - 2 6 4 2 5 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 2 K 3 / 5 1