

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5661326号
(P5661326)

(45) 発行日 平成27年1月28日 (2015. 1. 28)

(24) 登録日 平成26年12月12日 (2014. 12. 12)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2K	1/14	(2006.01)	HO2K	1/14	Z
HO2K	1/16	(2006.01)	HO2K	1/16	C

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-100038 (P2010-100038)
(22) 出願日 平成22年4月23日 (2010. 4. 23)
(65) 公開番号 特開2011-234435 (P2011-234435A)
(43) 公開日 平成23年11月17日 (2011. 11. 17)
審査請求日 平成25年4月16日 (2013. 4. 16)

(73) 特許権者 000176383
三相電機株式会社
兵庫県姫路市青山北一丁目1番1号
(74) 代理人 110000947
特許業務法人あーく特許事務所
(72) 発明者 長野 浩忠
兵庫県姫路市青山北一丁目1番1号 三相
電機株式会社内

審査官 安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ、およびモータの固定子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転子と、この回転子を囲む固定子とが設けられたモータの固定子において、
前記回転子に対向する対向曲面が凹面であり、前記回転子の周方向に沿って連続する、
相互に曲率半径の異なる2つの凹曲面から構成されたことを特徴とする固定子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の固定子において、
前記対向曲面が形成された内周壁部と、この内周壁部から外側に離れて設けられた外周
壁部と、これら内周壁部と外周壁部とを繋ぐ連結部とからなる複数のティース部から構成
されたことを特徴とする固定子。

【請求項 3】

回転子と、この回転子を囲む請求項 1 又は 2 に記載の固定子とが設けられたことを特徴
とするモータ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のモータにおいて、
前記回転子には、マグネット孔が、前記回転子の回転軸方向に沿って貫通形成され、
前記マグネット孔は、前記回転子の外周に沿って複数個形成され、前記マグネット孔に
は、夫々マグネットが配され、
前記マグネット孔は、前記マグネットを配した状態で空隙を有することを特徴とするモ
ータ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のモータにおいて、

前記マグネット孔の空隙は、2 つあり、一方の空隙は、前記回転子の回転軸近傍であって、隣接する前記マグネット孔の側面近傍にあり、隣接する前記マグネット孔に対面する位置と、他方の空隙は、前記回転子の外周近傍にあることを特徴とするモータ。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載のモータにおいて、

複数の前記マグネット孔は、前記回転子の径方向に対して同一角に傾いて前記回転子に形成されたことを特徴とするモータ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ、およびモータの固定子に関する。

【背景技術】

【0002】

モータは、ポンプや発電機などに用いられ、シャフトに固定されたロータと、ロータを囲むようにロータの外周に配されたステータとが設けられた構成からなる（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

モータを用いた特許文献 1 に記載のキャンドポンプでは、ステータによりロータを駆動させ、それに伴いロータに固定したシャフトを回転させ、シャフトに固定したインペラを回転させている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 314485 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、特許文献 1 などに用いられているモータでは、ロータを回転させた際にトルクリプルが発生する。このトルクリプルは、異常音や振動問題の原因となる。

30

【0006】

そこで、上記課題を解決するために、本発明は、トルクリプルを抑えることが可能なモータ、およびモータの固定子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】

上記の目的を達成するため、本発明にかかる固定子は、回転子と、この回転子を囲む固定子とが設けられたモータの固定子において、前記回転子に対向する対向曲面が凹面であり、前記回転子の周方向に沿って連続する、相互に曲率半径の異なる 2 つの凹曲面から構成されたことを特徴とする。特に、前記構成において、前記対向曲面が形成された内周壁部と、この内周壁部から外側に離れて設けられた外周壁部と、これら内周壁部と外周壁部とを繋ぐ連結部とからなる複数のティース部から構成されることが好ましい。

40

【0008】

本発明によれば、トルクリプルを抑えることが可能となり、トルクリプルによる異常音や振動を抑えることが可能となる。

【0009】

具体的には、前記第 1 面は前記第 2 面に対して曲率半径が小さいので、モータを構成する回転子と固定子とのギャップを前記第 1 面と前記第 2 面との位置で可変させ、前記第 1 面と回転子とのギャップを、前記第 2 面と回転子とのギャップよりも大きくすることが可能となり、回転子を回転させた時に磁場の変化によって発生する不要な力（トルク）を小

50

さくすることが可能となる。その結果、本発明によれば、トルクリブルを抑えることが可能となる。

【 0 0 1 0 】

上記の目的を達成するため、本発明にかかるモータは、回転子と、この回転子を囲む本発明にかかる固定子とが設けられたことを特徴とする。特に、前記回転子には、マグネット孔が、前記回転子の回転軸方向に沿って貫通形成され、前記マグネット孔は、前記回転子の外周に沿って複数個形成され、前記マグネット孔には、夫々マグネットが配され、前記マグネット孔は、前記マグネットを配した状態で空隙を有してもよい。なお、前記構成において、前記マグネット孔の空隙は、2つあり、一方の空隙は、前記回転子の回転軸近傍であって、隣接する前記マグネット孔の側面近傍にあり、隣接する前記マグネット孔に
10 対面する位置と、他方の空隙は、前記回転子の外周近傍にあってもよい。また、前記構成において、複数個の前記マグネット孔は、前記回転子の回転軸に対して同一角に傾いて前記回転子に形成されてもよい。

【 0 0 1 1 】

本発明にかかるモータによれば、前記回転子と本発明にかかる固定子とが設けられているので、本発明にかかる固定子と同様の効果を有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明にかかるモータ、およびモータの固定子によれば、トルクリブルを抑えることが可能となる。
20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】図 1 は、本実施の形態にかかるモータの内部の一部を公開した概略側面図である。

【図 2】図 2 は、本実施の形態にかかるロータとステータとから構成されるモータの概略平面図である。

【図 3】図 3 は、本実施の形態にかかるステータの概略側面図である。

【図 4】図 4 は、本実施の形態にかかるステータの一部拡大平面図である。

【図 5】図 5 は、本実施の形態にかかるロータの概略側面図である。

【図 6】図 6 は、本実施の形態にかかるモータの周波数に対する騒音レベルを測定したグラフである。
30

【図 7】図 7 は、従来のモータの周波数に対する騒音レベルを測定したグラフである。

【図 8】図 8 は、第 1 実験例～第 6 実験例にかかるモータの軸出力に対する効率とトルクリブルを測定したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、本発明の実施の形態（以下、本実施の形態という）について図面を参照して説明する。

【 0 0 1 5 】

- モータ 1 -
40

本実施の形態にかかるモータ 1 は、図 1 , 2 に示すように、シャフト 2 に固定されたロータ 7（回転子）と、ロータ 7 を囲むようにロータ 7 の外周 7 3 に配されたステータ 3（固定子）とが設けられた構成からなる。ステータ 3 は本体筐体であるケーシング 1 1 に圧入され、また、ロータ 7 はケーシング 1 1 により密閉されている。モータ 1 では、ステータ 3 によりロータ 7 を駆動させ、それに伴いロータ 7 に固定したシャフト 2 を回転させる。
50

【 0 0 1 6 】

- ステータ 3 -

ステータ 3 は、図 2 ～ 4 に示すように、導電性材料からなるステータ本体 4 と、ステータ本体 4 に接合され、絶縁性材料からなる 2 4 個の絶縁部 5 と、から構成される。また、

このステータ 3 では、ステータ本体 4（下記のティース部 4 8 参照）と絶縁部 5（下記のティース形状参照）との周りに界磁コイル 6（図 1 参照）が巻回されて、12 個のスロット 3 1 が構成される。

【0017】

ステータ本体 4 は、円盤状の磁性鋼板からなる 150 枚の薄板（図示省略）を、カシメ、接着、レーザ溶接などの手法により積層した円筒状体に成形されている。ここで各薄板は、1 枚ずつ打ち抜き成形により 12 個のティース部分を構成する形状に成形されたものである。

【0018】

ステータ本体 4 は、内周壁部 4 4 と、内周壁部 4 4 から外側に離れて設けられた外周壁部 4 3 と、これら外周壁部 4 3 と内周壁部 4 4 とを繋ぐ連結部 4 7 とから構成された 12 個のティース部 4 8 を有する形状からなる。これら 12 個のティース部 4 8 により、ステータ本体 4 の中心部 4 1 に、ステータ本体 4 の両端面 4 2 を貫通した円柱状の空孔が形成される。各ティース部 4 8 の内周壁部 4 4 の壁面は、ロータ 7 に臨む対向曲面であり、図 2 , 4 に示すように、相互に曲率半径の異なる 2 つの曲面（第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6）から構成されている。第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6 とは、ロータ 7 の周方向に沿って連続して並んで成形され、第 2 面 4 6 は第 1 面 4 5 に対して曲率半径が小さい。本実施の形態では、内周壁部 4 4 の対向曲面のうち、第 1 面 4 5 が 1 / 2 を占め、第 2 面 4 6 が 1 / 2 を占める。なお、各ティース部 4 8 の内周壁部 4 4 は、図 2 に示すように、第 2 面 4 6 に対して第 1 面 4 5 が反時計回り方向（ロータ 7 の回転方向）の下流側（進行方向側）になるように配されている。

【0019】

絶縁部 5 は、ティース形状からなり、24 個の絶縁部 5 は、ステータ本体 4 の長手方向の両端面 4 2 であって、12 個のティース部 4 8 上にそれぞれ接着されている。なお、絶縁部 5 同士は、図 2 に示すように、それぞれ間隙を有している。

【0020】

絶縁部 5 は、ステータ本体 4 の各ティース部 4 8 と同様に、外周壁部 5 1 と、内周壁部 5 2 と、これら外周壁部 5 1 と内周壁部 5 2 とを繋ぐ連結部 5 4 とから構成されている。絶縁部 5 の内周壁部 5 2 の壁面 5 3 は、曲面成形され、図 2 , 4 に示すように、ステータ本体 4 の内周壁部 4 4 の第 1 面 4 5 と同一の曲率半径を有する。

【0021】

本実施の形態では、ステータ本体 4 の内周壁部 4 4 の第 1 面 4 5 に、絶縁部 5 の内周壁部 5 2 の壁面 5 3 を揃えた状態で、ステータ本体 4 に絶縁部 5 を配する。このような配置にすることで、図 2 , 4 に示すように、ステータ本体 4 の内周壁部 4 4 の第 2 面 4 6 と絶縁部 5 の内周壁部 5 2 の壁面 5 3 とが揃わない。このことは、ステータ本体 4（ティース部 4 8）の内周壁部 4 4 の第 2 面 4 6 と、絶縁部 5 の内周壁部 5 2 の壁面 5 3 との曲率半径が異なることに関係する。

【0022】

- ロータ 7 -

ロータ 7 は、図 2 , 5 に示すように、円盤状の磁性鋼板からなる 150 枚の薄板（図示省略）を、カシメ、接着、レーザ溶接などの手法により積層してなる円筒状体に成形されている。

【0023】

ロータ 7 の中心部 7 1 は、ロータ 7 の回転軸方向に沿って貫通形成されている。この貫通形成された中心部 7 1 に、ロータ 7 の回転軸となるシャフト 2 が貫装されている（図 1 , 2 参照）。

【0024】

ロータ 7 には、マグネット孔 7 2 が、ロータ 7 の回転軸方向に沿って貫通形成されている。このマグネット孔 7 2 は、ロータ 7 の外周 7 3 に沿って 8 個形成されている。マグネット孔 7 2 には、フェライトからなるマグネット 7 4 が配され、マグネット孔 7 2 は、図

10

20

30

40

50

2に示すように、マグネット74を配した状態で空隙75を有する。マグネット孔72の空隙75は、2つあり、一方の空隙75は、ロータ7の回転軸近傍（中心部71近傍）であって、隣接するマグネット孔72の側面近傍にあり、他方の空隙75は、ロータ7の外周73近傍にある。また、8個のマグネット孔73は、ロータ7の径方向に対して同一角に傾いてロータ7に形成されている。

【0025】

- 実験 -

次に、本実施の形態にかかるモータ1について、トルクリプルの発生の有無を確認する実験を行なった。なお、本実験の比較対象として、従来のモータを用いる。ここでいう従来のモータとは、本実施の形態とは異なり、ティース部の内周壁部の壁面全てが同一の曲率半径を有するステータが設けられた構成であり、その他の構成は、本実施の形態にかかるモータ1と同様の構成からなる。

10

【0026】

本実験におけるトルクリップルの発生の有無の判断は、ロータ7を回転させた際に発生する音（騒音レベル）に基づいて行なう。本実験の結果を図6、7に示す。図6は、本実施の形態にかかるモータ1の周波数における音の大きさ（騒音レベル）を示し、周波数のレンジは0～1000Hzであり、騒音レベルのレンジは0～60dBである。図7は、従来のモータの周波数における音の大きさ（騒音レベル）を示し、周波数のレンジは0～1000Hzであり、騒音レベルのレンジは0～60dBである。

【0027】

20

本実験では、12スロットのステータ3と8極のロータ7とを用いて、400rpmの回転数でロータ7を回転させている。そのため、トルクリプルは、理論上160Hz（ $400/60 \times 24$ ）で発生することになる。

【0028】

そこで、160Hzの騒音レベルを確認すると、図6に示す本実施の形態にかかるモータ1では、160Hzの騒音レベルが他の周波数と比較して突出していない。これに対して、図7に示す従来のモータでは、160Hzの騒音レベルが39.51dBと他の周波数と比較して突出している（図中の 部分参照）。このことから、本実施の形態にかかるモータでは、トルクリプルを抑え、従来のモータではトルクリプルを抑えることができないことが分かる。

30

【0029】

次に、モータ1の出力（軸出力）を変化させた時の効率とトルクリプル特性とを実験し、その実験結果を、図8に示す。この実験では、絶縁部5の内周壁部52の第1面45の曲率半径を一定にし（第1面45の曲率半径：R44）、第2面46の曲率半径を6種類（第2面46の曲率半径：R44、R54、R64、R74、R84、R94）設定したステータ4を用意し（第1実験例～第6実験例）、それぞれの効率（%）とトルクリプル（Nm）とを測定した。なお、第2面46の曲率半径をR44とした第1実験例は、第1面45と第2面46の曲率半径が同一になる。そのため、第1実験例は、上記の従来のモータと同様の構成となる。この実験では、回転数を1150rpmとしている。

【0030】

40

図8に示すように、第1実験例～第6実験例のいずれにおいても同様の効率を有するが、従来のモータに対応した第1実験例では、軸出力が上昇する傾向にあり、約450Wを超えるあたりからトルクリプルトルクリプルが0.5Nmを超えて異常発生する。

【0031】

一方、第2実験例では、軸出力が上昇する傾向にあるが、約800Wを超えるあたりまでトルクリプルが常に0.5Nmを下回る。つまり、軸出力が約800W以下とされる時は、トルクリプルを0.5Nm以下に抑えることができる。

【0032】

また、第3実験例～第6実験例では、トルクリプルが低減する傾向にあり、トルクリプルが約0.2Nmを下回る。具体的には、第3実験例～第6実験例では、軸出力が約35

50

0 W付近でトルクリプルが最大となり、それ以上の軸出力ではトルクリプルが減少する傾向にある。なお、図 8 に示すように、第 5 実験例、第 4 実験例、第 6 実験例、第 3 実験例の順にトルクリプルが低い。

【 0 0 3 3 】

第 1 実験例～第 6 実験例の実験結果から、第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6 との曲率半径が異なることによって、効率を下げずにトルクリプルを抑えることができ、さらに第 2 面 4 6 の曲率半径を R 6 4 以上に設定することで、トルクリプルを約 0 . 2 N m 以下に抑えることができる。すなわち、トルクリプルを抑制するために、第 1 面 4 5 の曲率半径が R 4 4 である場合、第 2 面 4 6 の曲率半径が R 5 4 以上であることが好適な条件であり、第 2 面 4 6 の曲率半径が R 6 4 以上であることがさらに望ましい条件であり、第 2 面 4 6 の曲率半径が R 7 4 ～ R 8 4 であることが最適な条件であることが分かる。

10

【 0 0 3 4 】

上記のように、本実施の形態によれば、ステータ 3 のロータ 7 に臨む対向曲面が、第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6 とから構成され、第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6 とは、ロータ 7 の回転方向に沿って連続して成形され、第 1 面 4 5 は、第 2 面 4 6 に対して曲率半径が小さいので、トルクリプルを抑えることができ、トルクリプルによる異常音や振動を抑えることができる。

【 0 0 3 5 】

具体的には、第 2 面 4 6 は第 1 面 4 5 に対して曲率半径が小さいので、モータ 1 を構成するロータ 7 とステータ 3 とのギャップを第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6 との位置で可変させて、第 1 面 4 5 とロータ 7 の外周 7 3 とのギャップを、第 2 面 4 6 とロータ 7 の外周 7 3 とのギャップよりも大きくすることができ、ロータ 7 を回転させた時に磁場の変化によって発生する不要な力（トルク）を小さくすることができる。その結果、本実施の形態によれば、トルクリプルを抑えることができる。この効果は、第 1 面 4 5 と第 2 面 4 6 とが曲面である場合、特に顕れる。

20

【 0 0 3 6 】

また、本実施の形態に示すように、ステータ 3 の外周壁部 4 4 と、対向曲面（第 1 面 4 5、第 2 面 4 6）が形成された内周壁部 4 5 と、これら外周壁部 4 4 および内周壁部 4 5 を繋ぐ連結部 4 8 とから構成されたティース部 4 9 を複数個有する形状からなることが好ましい。

30

【 0 0 3 7 】

- 他の実施の形態 -

なお、本実施の形態では、12 個のスロット 3 1 のステータ 3 を用いているが、スロット 3 1 の数は、これに限定されるものではなく、複数のスロットであればよい。

【 0 0 3 8 】

また、本実施の形態では、150 枚の薄板を用いてステータ本体 4 を構成しているが、これに限定されるものではなく、任意の枚数の薄板を用いてもよい。

【 0 0 3 9 】

また、本実施の形態では、内周壁部 4 4 の対向曲面のうち、第 1 面 4 5 が 1 / 2 を占め、第 2 面 4 6 が 1 / 2 を占めているが、これに限定されるものではなく、任意に設定でき、第 1 面 4 5 が 1 / 3 を占め、第 2 面 4 6 が 2 / 3 を占めてもよい。

40

【 0 0 4 0 】

また、本実施の形態では、絶縁部 5 の内周壁面 5 3 の壁面 5 5 は同一の曲率半径からなるが、これに限定されるものではなく、絶縁部 5 の内周壁面 5 3 の壁面 5 5 が、ステータ本体 4 の内周壁部 4 4 の第 1 面 4 5 および第 2 面 4 6 と同一の曲率半径を有してもよい。

【 0 0 4 1 】

また、本実施の形態では、絶縁部 5 同士は、それぞれ間隙を有しているが、これに限定されるものではなく、複数の絶縁部が一体的に形成されてもよい。

【 0 0 4 2 】

また、本実施の形態では、ステータ本体 4 の両端面 4 2 にそれぞれ 12 個の絶縁部 5 が

50

成形されているが、絶縁部 5 の数は限定されるものではなく、ステータ 3 のスロット 3 1 の数に対応した任意の数であればよい。

【 0 0 4 3 】

また、本実施の形態では、ロータ 7 に 8 個のマグネット 7 4 が設けられているが、マグネット 7 4 の数は限定されるものではなく、ステータ 3 のスロット 3 1 の数に対応した任意の数に設定してもよい。

【 0 0 4 4 】

また、本実施の形態では、ロータ 7 に、1 5 0 枚の薄板を用いているが、これに限定されるものではなく、任意の枚数の薄板を用いてもよい。

【 0 0 4 5 】

なお、本発明は、その精神や主旨または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形で実施することができる。そのため、上述の実施例はあらゆる点で単なる例示にすぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には、なんら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 6 】

本発明は、各種モータに適用できる。

【符号の説明】

【 0 0 4 7 】

- 1 モータ
- 1 1 ケーシング
- 2 シャフト
- 3 ステータ
- 3 1 スロット
- 4 ステータ本体
- 4 1 ステータ本体の中心部
- 4 2 ステータ本体の端面
- 4 3 外周壁部
- 4 4 内周壁部
- 4 5 第 1 面
- 4 6 第 2 面
- 4 7 連結部
- 4 8 ティース部
- 5 絶縁部
- 5 1 外周壁部
- 5 2 内周壁部
- 5 3 内周壁部の壁面
- 5 4 連結部
- 6 界磁コイル
- 7 ロータ
- 7 1 ロータの中心部
- 7 2 マグネット孔
- 7 3 ロータの外周
- 7 4 マグネット
- 7 5 空隙

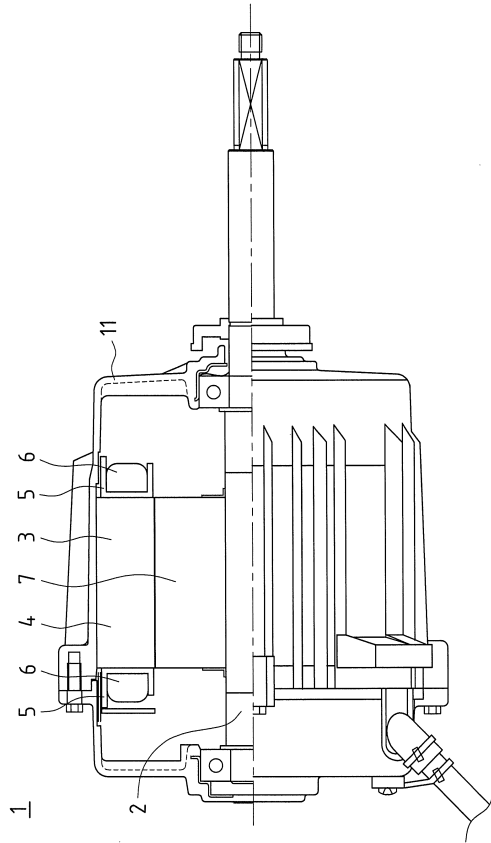
10

20

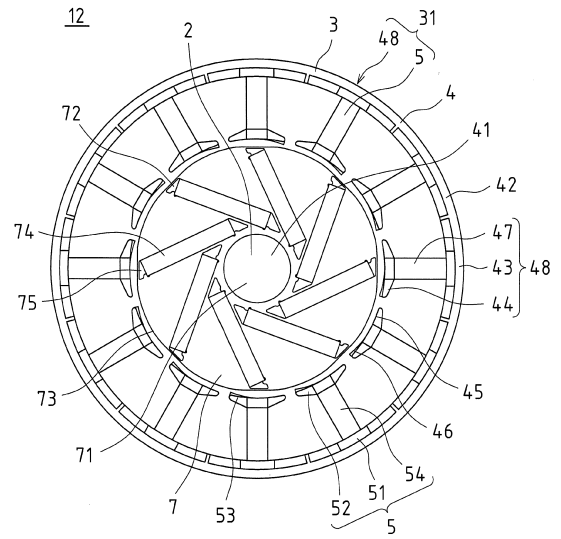
30

40

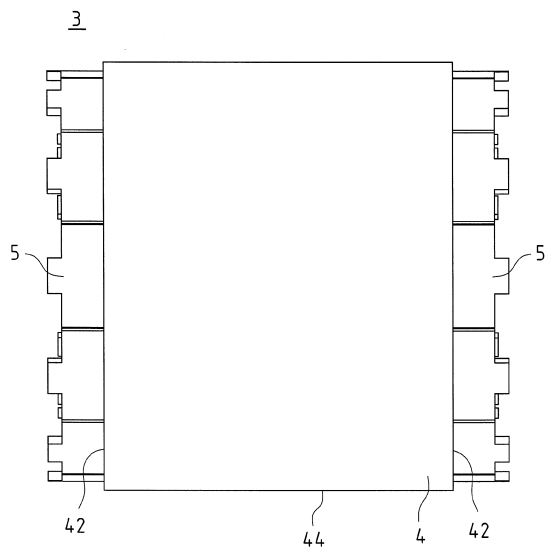
【図 1】



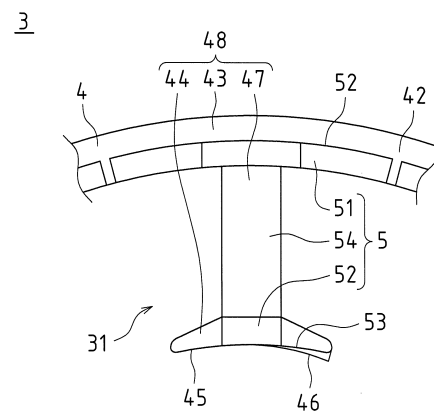
【図 2】



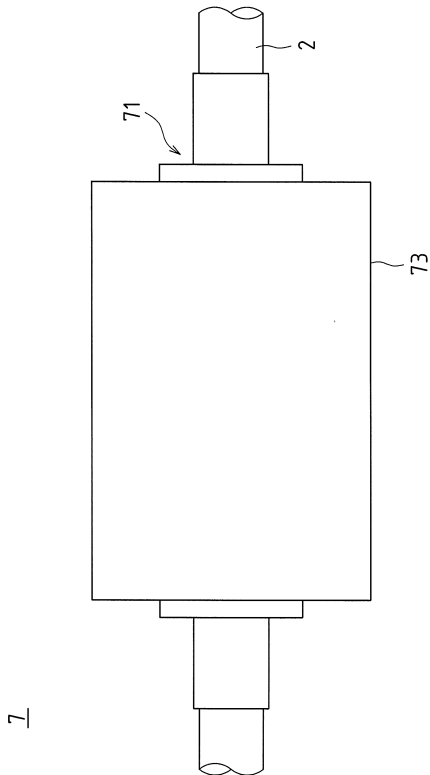
【図 3】



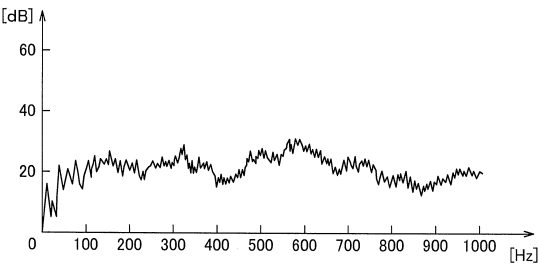
【図 4】



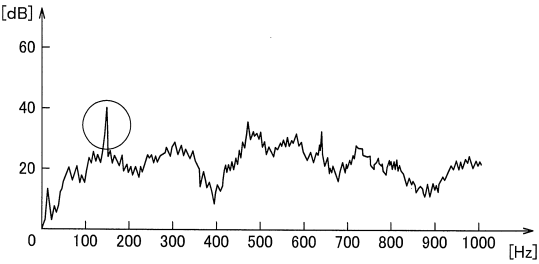
【図5】



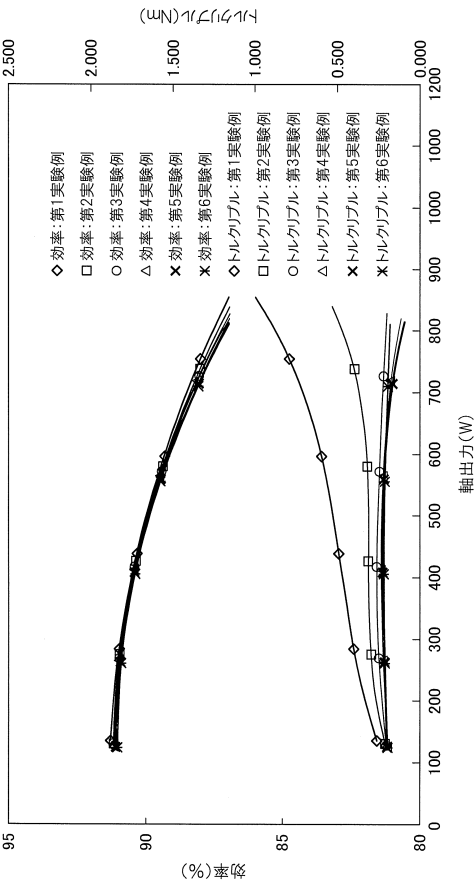
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 09 - 103062 (JP, A)
特開 2003 - 088019 (JP, A)
米国特許第 04549104 (US, A)
独国特許出願公開第 03026797 (DE, A1)
特開平 04 - 312334 (JP, A)
特開平 09 - 074729 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/00
H02K 21/00
H02K 29/00