

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6465014号
(P6465014)

(45) 発行日 平成31年2月6日(2019.2.6)

(24) 登録日 平成31年1月18日(2019.1.18)

(51) Int.Cl.		F 1			
H 0 2 K	1/28	(2006.01)	H 0 2 K	1/28	Z
H 0 2 K	1/32	(2006.01)	H 0 2 K	1/32	Z
F 1 6 C	3/02	(2006.01)	F 1 6 C	3/02	

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-246220 (P2015-246220)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成27年12月17日 (2015.12.17)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2017-112764 (P2017-112764A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成29年6月22日 (2017.6.22)	(74) 代理人	100093779
審査請求日	平成29年12月19日 (2017.12.19)		弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	光崎 嘉泰
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	尾見 充
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	▲高▼橋 拓也
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータシャフト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

モータ(80)のロータ(85)を構成するモータシャフトであって、
薄肉筒状の外側部(11)と、

前記外側部の内部に設けられており、前記外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部(24)からなる構造体であり、複数の前記支持部間に区画された空隙(25)を有する内側部(12)と、

を備えており、

前記内側部は、前記モータシャフトの径方向の内側にいくほど嵩密度が大きいモータシャフト。

【請求項2】

モータ(80)のロータ(85)を構成するモータシャフトであって、
薄肉筒状の外側部(11、71)と、

前記外側部の内部に設けられており、前記外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部(24、32、42、43、62、75)からなる構造体であり、複数の前記支持部間に区画された空隙(25、33、44、63、76)を有する内側部(12、31、41、61、72)と、

を備えており、

前記外側部は、筒部(13)と、当該筒部の一端を液密に封止している一端部(14)と、前記筒部の他端を液密に封止している他端部(15)とを有するモータシャフト。

【請求項 3】

モータ(80)のロータ(85)を構成するモータシャフトであって、
薄肉筒状の外側部(11)と、

前記外側部の内部に設けられており、前記外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部(24)からなる構造体であり、複数の前記支持部間に区画された空隙(25)を有する内側部(12)と、

を備えており、

前記内側部は、前記モータシャフトの径方向へ延びる板状の前記支持部が複数集まってなるとともに、軸心部から放射状へ延びる複数の中空柱の集合体から構成されるハニカム構造体であり、

前記空隙は、前記中空柱内部の空洞部分を含むモータシャフト。

【請求項 4】

前記支持部は、径方向の内側にいくほど厚みが厚い請求項3に記載のモータシャフト。

【請求項 5】

モータ(80)のロータ(85)を構成するモータシャフトであって、
薄肉筒状の外側部(11)と、

前記外側部の内部に設けられており、前記外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部(32)からなる構造体であり、複数の前記支持部間に区画された空隙(33)を有する内側部(31)と、

を備えており、

前記内側部は、前記モータシャフトの軸心(Ax)まわりに回転しながら軸方向へ延びるように螺旋状に形成された板状の前記支持部が複数集まってなるハニカム構造体であるモータシャフト。

【請求項 6】

モータ(80)のロータ(85)を構成するモータシャフトであって、
薄肉筒状の外側部(11、51、71)と、

前記外側部の内部に設けられており、前記外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部(42、43、62、75)からなる構造体であり、複数の前記支持部間に区画された空隙(44、63、76)を有する内側部(41、61、72)と、

を備えており、

前記内側部は、棒状の前記支持部が複数集まってなる格子構造体であり、

複数の前記支持部のうち少なくとも半分は、前記モータシャフトの径方向に対して交差する方向へ延びているモータシャフト。

【請求項 7】

モータ(80)のロータ(85)を構成するモータシャフトであって、
薄肉筒状の外側部(71)と、

前記外側部の内部に設けられており、前記外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部(75)からなる構造体であり、複数の前記支持部間に区画された空隙(76)を有する内側部(72)と、

を備えており、

前記外側部の外壁には、前記モータシャフトの軸方向へ延びるキー溝(73)が形成されており、

前記内側部は、前記キー溝の延伸方向に交差する方向へ延びる板状の前記支持部が複数集まってなるハニカム構造体であるモータシャフト。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、モータのロータを構成する回転軸であるモータシャフトに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

従来、例えば特許文献 1 に開示されているように、回転軸心に沿って延びる 1 つの軸方向穴を有する中空状のモータシャフトが知られている。モータシャフトは、外壁に固定されたロータコアと共にモータのロータを構成している。軸方向穴はモータシャフトの軽量化に貢献している。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 4 - 1 5 8 3 5 5 号公報

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

モータシャフトの更なる軽量化のためには、軸方向穴の内径を大きくすればよい。しかし、モータシャフトの強度を確保することを考えた場合、軸方向穴の内径を大きくするには限界がある。

本発明は、上述の点に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、強度を確保しつつ軽量化を図ることができるモータシャフトを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

本発明によるモータシャフトは、薄肉筒状の外側部と、外側部の内部に設けられている内側部とを備える。内側部は、外側部と同じ材料から当該外側部と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部からなる構造体であり、複数の支持部間に区画された空隙を有する。

20

本発明の第 1 態様では、内側部は、モータシャフトの径方向の内側にいくほど嵩密度が大きい。

本発明の第 2 態様では、外側部は、筒部と、筒部の一端を液密に封止している一端部と、筒部の他端を液密に封止している他端部とを有する。

本発明の第 3 態様では、内側部は、モータシャフトの径方向へ延びる板状の支持部が複数集まってなるとともに、軸心部から放射状へ延びる複数の中空柱の集合体から構成されるハニカム構造体である。空隙は、中空柱内部の空洞部分を含む。

30

本発明の第 4 態様では、内側部は、モータシャフトの軸心まわりに回転しながら軸方向へ延びるように螺旋状に形成された板状の支持部が複数集まってなるハニカム構造体である。

本発明の第 5 態様では、内側部は、棒状の支持部が複数集まってなる格子構造体である。複数の支持部のうち少なくとも半分は、モータシャフトの径方向に対して交差する方向へ延びている。

本発明の第 6 態様では、外側部の外壁には、モータシャフトの軸方向へ延びるキー溝が形成されている。内側部は、キー溝の延伸方向に交差する方向へ延びる板状の支持部が複数集まってなるハニカム構造体である。

【 0 0 0 6 】

40

以上より、構造体である内側部により外側部が支持されるので、外側部を薄肉化してもモータシャフトの強度を確保することができる。また、内側部は、空隙を有することで軽量化に構成されている。したがって、本発明のモータシャフトによれば、強度を確保しつつ軽量化を図ることができる。さらに、複数の支持部が放熱フィンとして機能し、外側部から内側部に伝わる熱を空隙に放熱することができるので、モータシャフトを効果的に冷却することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態によるモータシャフトが適用されたモータを示す断面図である。

50

【図２】図１のモータシャフトの縦断面図である。

【図３】図２のⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線断面図である。

【図４】図１のモータシャフトの斜視図であって、外側部の筒部の一部を切り欠いて示す図である。

【図５】本発明の第２実施形態によるモータシャフトの外観を示す図である。

【図６】図５のⅤⅠ－ⅤⅠ線断面図である。

【図７】本発明の第３実施形態によるモータシャフトの縦断面図である。

【図８】図７のⅤⅠⅠⅠ－ⅤⅠⅠⅠ線断面図である。

【図９】本発明の第４実施形態によるモータシャフトの縦断面図である。

【図１０】図９のⅩ－Ⅹ線断面図である。

10

【図１１】本発明の第５実施形態によるモータシャフトの縦断面図である。

【図１２】図１１のⅩⅠⅠ－ⅩⅠⅠ線断面図である。

【図１３】本発明の第６実施形態によるモータシャフトの外観を示す図である。

【図１４】本発明の第６実施形態によるモータシャフトの縦断面図である。

【図１５】図１４のⅩⅤ－ⅩⅤ線断面図である。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

以下、本発明の複数の実施形態を図面に基づき説明する。実施形態同士で実質的に同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

〔第１実施形態〕

20

本発明の第１実施形態によるモータシャフトが適用されたモータを図１に示す。まず、モータ８０の概略構成について図１を参照して説明する。モータ８０は、ハウジング８１、軸受８２、８３、ステータ８４およびロータ８５を備えている。

【０００９】

ハウジング８１は、筒状のケース９０と、ケース９０の一方の開口を塞ぐように設けられた第１プレート９１と、ケース９０の他方の開口を塞ぐように設けられた第２プレート９２とを備えている。軸受８２は、第１プレート９１の中央部に設けられている。軸受８３は、第２プレート９２の中央部に設けられている。

【００１０】

ステータ８４は、ケース９０の内壁に固定されたステータコア９３と、ステータコア９３に装着された複数相のコイル９４とを有する。ロータ８５は、軸受８２、８３により回転可能に支持されているモータシャフト１０と、モータシャフト１０の外壁に例えば圧入により固定されたロータコア９５とを有する。ロータコア９５は、図示しない磁石からなる複数の磁極を有する。

30

【００１１】

このように構成されたモータ８０では、コイル９４の通電相が順次切り替えられると、モータシャフト１０の軸心ＡＸまわりに回転する磁界が発生する。ロータ８５は、磁極が上記回転磁界に磁気吸引されることにより軸心ＡＸまわりに回転する。

【００１２】

次に、モータシャフト１０の詳細な構成について図１～図４を参照して説明する。以下の説明では、モータシャフト１０の軸心ＡＸと平行な方向を「軸方向」と記載する。また、軸心ＡＸと直交する方向を「径方向」と記載する。なお、図２～図４、および、後述の図５～図９では、煩雑になることを避けるために、一部において断面の奥に本来見える形状の図示を省略している。

40

【００１３】

モータシャフト１０は、薄肉筒状の外側部１１と、外側部１１の内部に設けられている内側部１２とを備えている。

外側部１１は、筒部１３と、筒部１３に対して軸方向の一方に位置する一端部１４と、筒部１３に対して軸方向の他方に位置する他端部１５とを有する。

【００１４】

50

本実施形態では、筒部 13 は、段付き状に形成されており、一端部 14 側から順に鏝部 16、大径部 17、および小径部 18 を有する。大径部 17 は、外壁に形成された凹凸状のローレット部 19 を有しており、ロータコア 95 の内側に嵌合している。ロータコア 95 は、鏝部 16 に当接するまで圧入されている。小径部 18 は、軸受 83 の内側に嵌合している。小径部 18 のうち軸受 83 に対して他端部 15 側には、カラー 21 およびブリー 22 が嵌合している。大径部 17 および小径部 18 は、薄肉筒状に形成されている。

【0015】

一端部 14 は、軸受 82 の内側に嵌合している。他端部 15 には、ナット 23 が螺合されている。ブリー 22 は、カラー 21 とナット 23 との間に挟持されている。本実施形態では、一端部 14 および他端部 15 は閉じている。つまり、一端部 14 および他端部 15 には貫通孔は形成されていない。筒部 13 にも貫通孔は形成されていないため、外側部 11 の内部は外部に対して液密に封止されている。

10

【0016】

内側部 12 は、外側部 11 と同じ材料から当該外側部 11 と一体に形成されている。また、内側部 12 は、互いに結合している複数の支持部 24 からなる構造体であり、複数の支持部 24 間に区画された空隙 25 を有する。本実施形態では、内側部 12 は、径方向へ延びる板状の支持部 24 が複数集まってなるハニカム構造体である。言い換えれば、内側部 12 は、軸心部から放射状へ延びる複数の中空柱の集合体から構成されるハニカム構造体である。空隙 25 は、主として上記中空柱内部の空洞部分から構成されている。支持部 24 は、径方向の内側にいくほど厚みが厚い。また、空隙 25 は、径方向の内側にいくほど軸方向幅および周方向幅が小さい。これにより、内側部 12 は、径方向内側にいくほど嵩密度が大きくなっている。

20

【0017】

ここで、「ハニカム構造体」とは、複数の中空柱を隙間なく並べてなる構造体である。中空柱の横断面形状は、六角形に限らず、例えば四角形などの他の形状であってもよい。本実施形態では、中空柱の横断面形状は六角形である。

また、物体の「嵩」とは、物体自身が占める体積、物体表面に開口している穴の体積、および、物体内部にあり且つ外部に対して閉塞している空隙の体積の合計である。「嵩密度」とは、物体の質量を嵩で割った値である。

【0018】

モータシャフト 10 は 3D プリントにより成形されている。具体的には、平らに敷いた微細な金属粉末にレーザーを照射して一層ずつ焼結させ、この工程を繰り返すことで 3 次元造形する方法（すなわち、粉末焼結法）によって、モータシャフト 10 は成形されている。空隙 25 は、外側部 11 および内側部 12 の成形と同時に成形される。モータシャフトが 3D プリントにより成形されているという点は、後述の実施形態においても同様である。

30

【0019】

（効果）

以上説明したように、第 1 実施形態では、モータシャフト 10 は、薄肉筒状の外側部 11 と、外側部 11 の内部に設けられている内側部 12 とを備える。内側部 12 は、外側部 11 と同じ材料から当該外側部 11 と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部 24 からなる構造体であり、複数の支持部 24 間に区画された空隙 25 を有する。

40

【0020】

以上より、構造体である内側部 12 により外側部 11 が支持されるので、外側部 11 を薄肉化してもモータシャフト 10 の強度を確保することができる。また、内側部 12 は、空隙 25 を有することで軽量化に構成されている。したがって、モータシャフト 10 によれば、強度を確保しつつ軽量化を図ることができる。さらに、複数の支持部 24 が放熱フィンとして機能し、外側部 11 から内側部 12 に伝わる熱を空隙 25 に放熱することができるので、モータシャフト 10 を効果的に冷却することができる。

【0021】

50

また、第１実施形態では、内側部１２は、径方向の内側にいくほど嵩密度が大きい。したがって、軽量となるように支持部２４をできるだけ薄肉化しつつも、内側部１２を、例えばロータコア９５の圧入時などに作用する径方向の力に耐えうる構造体とすることができる。

【００２２】

また、第１実施形態では、外側部１１は、筒部１３と、筒部１３の一端を液密に封止している一端部１４と、筒部１３の他端を液密に封止している他端部１５とを有する。これにより、外側部１１の内部は外部に対して液密に封止される。したがって、外側部１１の内部すなわち内側部１２の腐食を防止することができる。

【００２３】

また、第１実施形態では、内側部１２は、モータシャフト１０の径方向へ延びる板状の支持部２４が複数集まってなるハニカム構造体である。したがって、軽量となるように支持部２４をできるだけ薄肉化しつつも、内側部１２を、例えばロータコア９５の圧入時などに作用する径方向の力に耐えうる構造体とすることができる。

また、第１実施形態では、支持部２４は、径方向の内側にいくほど厚みが厚い。このようにして径方向の内側にいくほど内側部１２の嵩密度を大きくすることができる。

【００２４】

[第２実施形態]

本発明の第２実施形態では、図５および図６に示すように、モータシャフト３０は、外側部１１および内側部３１を備えている。内側部３１は、軸心ＡＸまわりに回転しながら軸方向へ延びるように螺旋状に形成された板状の支持部３２が複数集まってなるハニカム構造体である。言い換えれば、内側部３１は、軸心ＡＸまわりに回転しながら軸方向へ延びる複数の螺旋状の中空柱の集合体から構成されるハニカム構造体である。本実施形態では、中空柱の横断面形状は六角形である。空隙３３は、上記中空柱内部の空洞部分から構成される螺旋状の穴である。図５では、便宜上、１つの支持部３２のみを破線で示している。

【００２５】

以上のように、モータシャフト３０は、薄肉筒状の外側部１１と、外側部１１の内部に設けられている内側部３１とを備える。内側部３１は、外側部１１と同じ材料から当該外側部１１と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部３２からなる構造体であり、複数の支持部３２間に区画された空隙３３を有する。したがって、モータシャフト３０によれば、第１実施形態と同様に、強度を確保しつつ軽量化を図ることができる。

【００２６】

また、第２実施形態では、内側部３１は、軸心ＡＸまわりに回転しながら軸方向へ延びるように螺旋状に形成された板状の支持部３２が複数集まってなるハニカム構造体である。したがって、モータシャフト３０のねじれに対する強度が特に高められている。

【００２７】

[第３実施形態]

本発明の第３実施形態では、図７および図８に示すように、モータシャフト４０は、外側部１１および内側部４１を備えている。内側部４１は、軸方向へ延びる複数の棒状の支持部４２と、軸方向に対して直交する方向へ延びる複数の棒状の支持部４３とが結合してなる格子構造体である。言い換えれば、内側部４１は、複数の中空立方体の集合体から構成される構造体である。支持部４２、４３は、径方向に対して交差する方向へ延びている。各支持部４２、４３の間に区画されている空隙４４は、１つの空間である。

【００２８】

以上のように、モータシャフト４０は、薄肉筒状の外側部１１と、外側部１１の内部に設けられている内側部４１とを備える。内側部４１は、外側部１１と同じ材料から当該外側部１１と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部４２、４３からなる構造体であり、複数の支持部４２、４３間に区画された空隙４４を有する。したがって、モータシャフト４０によれば、第１実施形態と同様に、強度を確保しつつ軽量化を図るこ

10

20

30

40

50

とができる。

【 0 0 2 9 】

また、第 3 実施形態では、内側部 4 1 は、複数の支持部 4 2、4 3 が集まってなる格子構造体である。支持部 4 2、4 3 は、径方向に対して交差する方向へ延びている。したがって、例えば遠心力などの径方向の力に対する強度が特に高められている。

【 0 0 3 0 】

[第 4 実施形態]

本発明の第 4 実施形態では、図 9 および図 10 に示すように、モータシャフト 5 0 は、外側部 5 1 および内側部 4 1 を備えている。外側部 5 1 の一端部 5 2 は通孔 5 3 を有しており、また、他端部 5 4 は通孔 5 5 を有している。本実施形態では、通孔 5 3、5 5 は軸心 A X に沿って軸方向へ貫通している。空隙 4 4 は、通孔 5 3 と通孔 5 5 とを連通させている。空隙 4 4 および通孔 5 3、5 5 は、冷却液を循環させる冷却通路として利用される。したがって、モータシャフト 5 0 を効率的に冷却することができる。

10

また、モータシャフト 5 0 は、通孔 5 3、5 5 以外の構成は第 3 実施形態と同じであり、第 3 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 1 】

[第 5 実施形態]

本発明の第 5 実施形態では、図 11 および図 12 に示すように、モータシャフト 6 0 は、外側部 1 1 および内側部 6 1 を備えている。内側部 6 1 は、軸方向、径方向、および、軸方向に垂直な仮想面と交差する方向へ延びる複数の棒状の支持部 6 2 が互いに結合してなる格子構造体である。言い換えれば、内側部 6 1 は、対角線上の一对の角が径方向に並ぶように配置された複数の中空状の六面体の集合体からなる構造体である。各支持部 6 2 の間に区画されている空隙 6 3 は、1 つの空間である。

20

【 0 0 3 2 】

以上のように、モータシャフト 6 0 は、薄肉筒状の外側部 1 1 と、外側部 1 1 の内部に設けられている内側部 6 1 とを備える。内側部 6 1 は、外側部 1 1 と同じ材料から当該外側部 1 1 と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部 6 2 からなる構造体であり、複数の支持部 6 2 間に区画された空隙 6 3 を有する。したがって、モータシャフト 6 0 によれば、第 1 実施形態と同様に、強度を確保しつつ軽量化を図ることができる。

【 0 0 3 3 】

また、第 5 実施形態では、内側部 6 1 は、複数の支持部 6 2 が集まってなる格子構造体である。支持部 6 2 は、軸方向、径方向、および、軸方向に垂直な仮想面と交差する方向へ延びている。したがって、軸方向および径方向の力に対する強度が特に高められている。

30

【 0 0 3 4 】

[第 6 実施形態]

本発明の第 6 実施形態では、図 13 ~ 図 15 に示すように、モータシャフト 7 0 は、外側部 7 1 および内側部 7 2 を備えている。外側部 7 1 の外壁には、軸方向へ延びるキー溝 7 3 が形成されている。キー溝 7 3 にはキー 7 4 が嵌め込まれる。

内側部 7 2 は、キー溝 7 3 の延伸方向と直交する方向へ延びる複数の板状の支持部 7 5 が互いに結合してなる構造体である。言い換えれば、内側部 7 2 は、上記延伸方向と直交する方向へ延びる複数の中空柱の集合体から構成されるハニカム構造体である。本実施形態では、上記中空柱の横断面形状は四角形である。上記中空柱は、横断面の対角線上の一对の角が径方向に並ぶように配置されている。空隙 7 6 は、上記中空柱内部の空洞部分から構成される多角穴である。

40

【 0 0 3 5 】

以上のように、モータシャフト 7 0 は、薄肉筒状の外側部 7 1 と、外側部 7 1 の内部に設けられている内側部 7 2 とを備える。内側部 7 2 は、外側部 7 1 と同じ材料から当該外側部 7 1 と一体に形成されており、互いに結合している複数の支持部 7 5 からなる構造体であり、複数の支持部 7 5 間に区画された空隙 7 6 を有する。したがって、モータシャフ

50

ト 7 0 によれば、第 1 実施形態と同様に、強度を確保しつつ軽量化を図ることができる。

【 0 0 3 6 】

また、第 6 実施形態では、内側部 7 2 は、キー溝 7 3 の延伸方向と直交する方向へ延びる複数の中空柱の集合体から構成されるハニカム構造体である。上記中空柱の横断面形状は四角形である。上記中空柱は、横断面の対角線上の一对の角が径方向に並ぶように配置されている。したがって、モータシャフト 7 0 のねじれに対する強度が高められているとともに、軸方向および径方向の力に対する強度も高められている。特に本実施形態のように外側部 7 1 の外壁にキー溝 7 3 が形成されている場合において、重量物であるロータコアの回転力によりキー 7 4 を介してキー溝 7 3 の側壁に作用する周方向の力によってモータシャフト 7 0 がねじれようとするとき、内側部 7 2 が上記ねじれを抑制するように働く。

10

【 0 0 3 7 】

[他の実施形態]

本発明の他の実施形態では、モータシャフトの外側部の筒部は、段付き状でなくてもよい。また、モータシャフトの外側部の筒部の段付きの数は、3 つ以上であってもよい。また、モータシャフトの外側部の筒部の一部または全部は、テーパ状であってもよい。

本発明の他の実施形態では、外側部の筒部に径方向に貫通する穴が設けられてもよい。

本発明の他の実施形態では、モータシャフトの端部は、ねじに限らず、例えばスプライン、キー溝またはギヤ等が形成されてもよい。また、モータシャフトの端部には、プーリ以外の動力伝達部材が固定されてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

第 1 ～ 第 6 実施形態では、内側部の空隙の中は空間であった。これに対して、本発明の他の実施形態では、空隙の中に、粉末焼結法によりモータシャフトを成形するときに溶かされなかった金属粉末が内包されていてもよい。

本発明の他の実施形態では、工具ホルダを 3 D プリンタによって成形するとき、粉末焼結法以外の方法を用いてもよい。

本発明の他の実施形態では、モータシャフトは、同期電動機に限らず、例えば整流子電動機または誘導電動機などのモータに用いられ得る。さらに、モータシャフトは、電磁力により回転力を生み出すものに限らず、例えば超音波モータまたは静電モータなどにも用いられ得る。

30

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の形態で実施可能である。

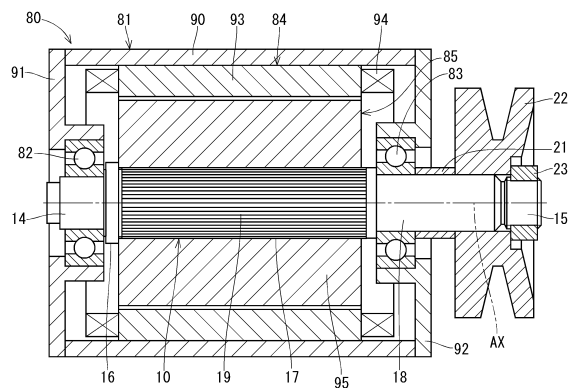
【 符号の説明 】

【 0 0 3 9 】

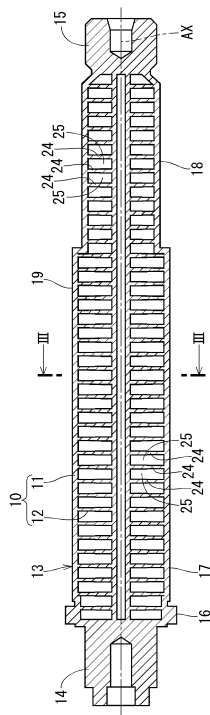
- 1 1、5 1、7 1・・・外側部
- 1 2、3 1、4 1、6 1、7 2・・・内側部
- 2 4、3 2、4 2、4 3、6 2、7 5・・・支持部
- 2 5、3 3、4 4、6 3、7 6・・・空隙
- 8 0・・・モータ
- 8 5・・・ロータ

40

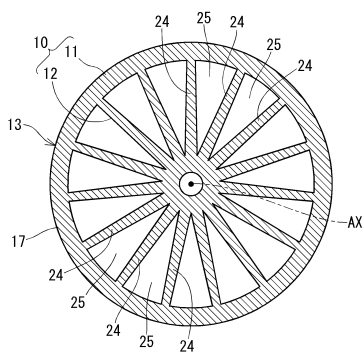
【図 1】



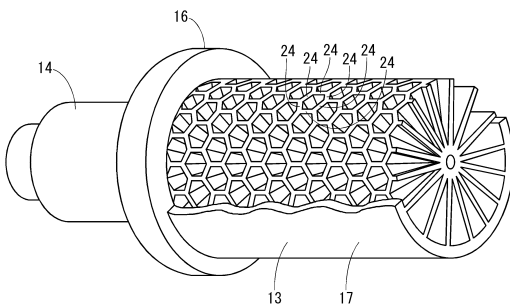
【図 2】



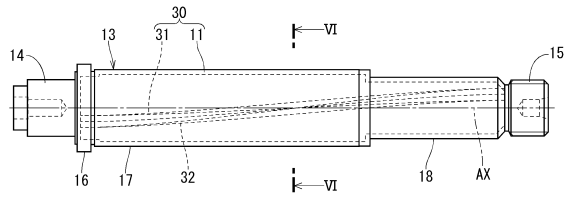
【図 3】



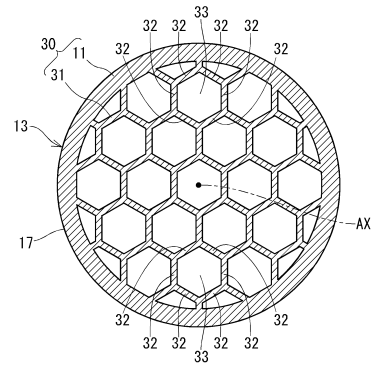
【図 4】



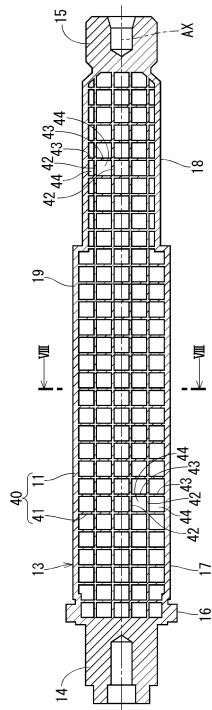
【図 5】



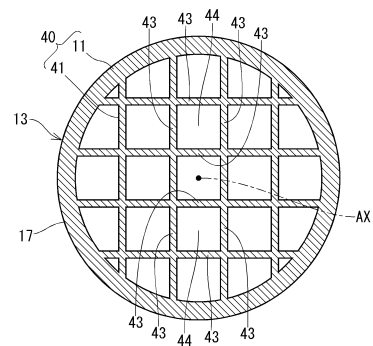
【図 6】



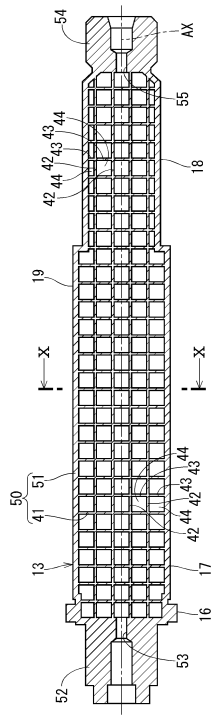
【図 7】



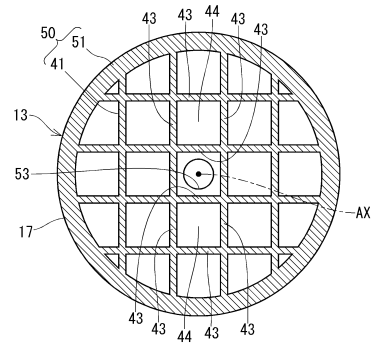
【図 8】



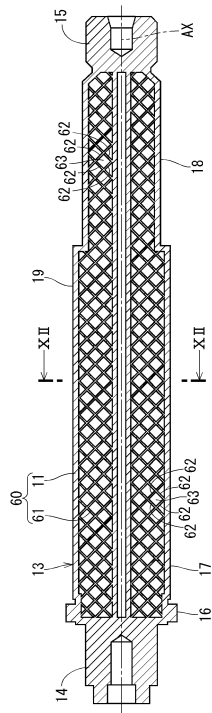
【図 9】



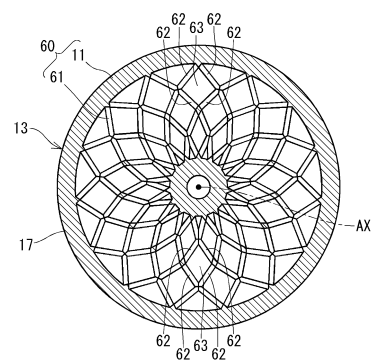
【図 10】



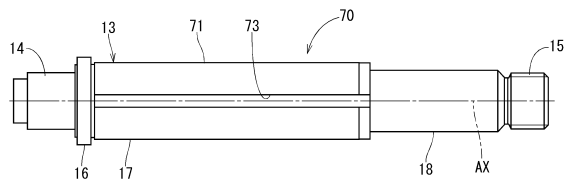
【図 11】



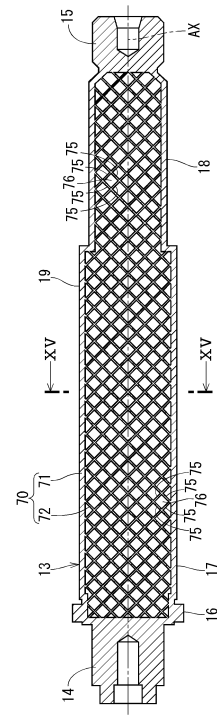
【図 12】



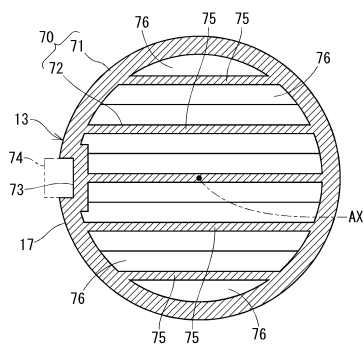
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

審査官 津久井 道夫

- (56)参考文献 特開平06-343245(JP,A)
特開2006-144607(JP,A)
実開昭62-061961(JP,U)
特開2012-178939(JP,A)
特開2012-235546(JP,A)
特開2004-129407(JP,A)
実開昭62-000818(JP,U)
米国特許出願公開第2007/0021224(US,A1)
特開2001-316704(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/28
F16C 3/02
H02K 1/32