

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号
WO2005/114824

発行日 平成20年3月27日 (2008. 3. 27)

(43) 国際公開日 平成17年12月1日 (2005. 12. 1)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 2 N 2/00 (2006. 01)	H 0 2 N 2/00 C	4 C 0 6 0
A 6 1 B 17/22 (2006. 01)	A 6 1 B 17/22	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/12 (2006. 01)	A 6 1 B 8/12	5 H 6 8 0

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

出願番号 特願2006-513683 (P2006-513683)	(71) 出願人 500138571
(21) 国際出願番号 PCT/JP2005/008546	守屋 正
(22) 国際出願日 平成17年4月27日 (2005. 4. 27)	神奈川県横浜市青葉区松風台1-8 グラ
(31) 優先権主張番号 特願2004-151313 (P2004-151313)	ンフォルム青葉台111-106
(32) 優先日 平成16年5月21日 (2004. 5. 21)	(71) 出願人 504198061
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	古川 勇二
	東京都調布市下石原三丁目57番地11
	調布ダイヤモンドマンション501
	(74) 代理人 100094651
	弁理士 大川 晃
	(72) 発明者 守屋 正
	神奈川県横浜市青葉区松風台一丁目8番地
	(72) 発明者 古川 勇二
	東京都調布市下石原三丁目57番地11
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波モータ

(57) 【要約】
本発明は、超音波モータにおいて、ヘリカルコイル状の音響導波路あるいは平面内らせんコイル状の音響導波路を用いてステータ1を構成し、該コイルに近接して配置した移動体2をステータ1上の屈曲波の伝搬により回転、走行移動または曲線運動させるようにする。本発明によれば、予圧用バネと吸収体を不要とし、構造を簡単・小型化、防水なしでの液中動作、中空円筒の回転を可能とする。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ステータをコイル状の音響導波路で構成し、該ステータに近接して配置した移動体を超音波の屈曲波の伝搬により回転、走行移動または曲線運動させるようにした超音波モータ。

【請求項 2】

前記ステータが、ヘリカルコイル状の音響導波路又は平面内らせんコイル状の音響導波路である請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 3】

前記ステータが、カーボンナノコイルである請求項 1 に記載の超音波モータ。

10

【請求項 4】

前記移動体が、円形断面をもつロータである請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 5】

外部に配置した超音波発生器で超音波を発生させ、音響導波路を介して前記ステータに超音波を伝送する請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 6】

2 個の振動子から位相差もしくは周波数差を有する超音波を伝送し、前記コイル上に定在波を発生せしめ、該定在波が移動することにより前記ロータを回転させる請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 7】

20

前記音響導波路が、金属、ジルコニア等のセラミックス、石英ファイバーまたはサファイアからなる矩形断面、円形断面もしくは円形断面の一部に平面を有するファイバーまたはテープから構成される請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 8】

前記ステータの表面に超音波の進行方向と所定角度を有する方向に溝を形成した請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 9】

前記ロータと連動して回転する絶縁部分と導電部分を用いたエンコーダを具備する請求項 3 に記載の超音波モータ。

【請求項 10】

30

三次元的構造をもつ音響導波路をステータとし移動体を回転させるようにした請求項 1 に記載の超音波モータ。

【請求項 11】

前記ステータと前記移動体との間に液体の層を設け非接触型とした請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の超音波モータ。

【請求項 12】

前記ロータが、円筒からなり、該円筒内又は外に同心にヘリカル状コイルの音響導波路を配置した請求項 3 に記載の超音波モータ。

【請求項 13】

前記ロータが 2 枚の円板からなり、その間にらせん状コイルを挟んだ請求項 2 に記載の超音波モータ。

40

【請求項 14】

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載の超音波モータとアレイ型振動子及び屈曲波の位相制御部を具備する超音波モータ。

【請求項 15】

請求項 1 から 13 のいずれか 1 項に記載のモータを直列又は並列接続し、かつ、位相制御部を具備する超音波モータ。

【請求項 16】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の超音波モータを用いた超音波内視鏡。

【請求項 17】

50

請求項 9 に記載のエンコーダを備えた超音波モータを用いた超音波内視鏡。

【請求項 18】

請求項 1 から 12 のいずれか 1 項に記載の超音波モータを用いた血栓付着防止装置又は血栓除去装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

本発明は、ヘリカルコイル状の音響導波路あるいは平面内らせんコイル状の音響導波路をステータとして用いた超音波モータに関する。

【背景技術】

超音波モータは、モータを必要とするロボット工学、電気自動車等の機械工学分野、医用診断・治療等の医学分野、電磁界の影響を回避する必要がある計測・生産工学分野など広範囲の技術分野で用いられている。特に、医用分野における血管内超音波画像化法（IVUS: Intravascular Ultrasound の略）や血栓除去及び血栓付防止用モータには、血管内で使用する必要があるため、

- (1) 超小型が可能であること
 - (2) 液中動作が可能であること、
 - (3) 中空軸の移動体の回転が可能であること、
- 等の条件を満たすがある。

そこで前記 (1) から (3) の条件の充足が可能であるか否かを中心に従来技術を検討する。

ここで、超音波モータの中でも、進行波型超音波モータは、電磁モータに比べ小型・大トルク、低速高トルクなどの特徴をもつことから、ロボット工学など広い技術分野で用いられている。

従来の進行波型超音波モータの原理は、次のようである。即ち、平板や弾性棒等の音響導波路に屈曲波（非対称ラム波非対称モード）や表面波を伝搬させると音響導波路上の一点は楕円運動を行うので、ばね等により予圧を与えることにより移動体を平板に押し付けると、移動体は進行波の方向と反対方向に移動する。

これまで開発された進行波型超音波モータにおいては、(A) 平板を導波路とするもの、(B) 平面内におけるリング状の導波路を用いるもの、の何れかである。これらの超音波モータにおいて、超音波の伝搬は二次元平面内に限られていた。そのため超音波が伝達する導波路と移動体との接触部が短くなる。そこで駆動力を増すため予圧用バネが用いられていた。それ故、従来の進行波型超音波モータでは以下のような問題点があった。

- (1) 予圧用バネが不可欠であるため小型化あるいは超小型化が困難である。
- (2) 液中動作は想定されていない。特に前記 (B) の場合には、振動子と導波路が一体で電極を有するため、液中での使用には防水が必要である。
- (3) 前記 (B) のモータは中空軸の回転が可能であるものの半径方向の厚さを増加する必要があるため血管内での使用は困難であり、また、前記 (A) のモータでは中空軸の回転は不可能である。

従って、従来の超音波モータは、前記条件 (1) から (3) の全て又は一部を満たすことができない（特開 2000-102271 号公報、

J. L. Pons, H. Rodriguez, R. Ceres, and L. Calderon, "Novel Modeling Technique for the Stator of Travelling Wave Ultrasonic Motors," IEEE Transactions of Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, Vol. 50, No. 11, November 2003, pp. 1429-1435、

浅井勝彦、黒澤 実、弾性表面波モータの摩擦駆動モデル、電子通信学会論文誌、A Vol. J85-A, PP. 1428-1439, 2002 年 12 月参照）。

さらに、進行波型超音波モータ以外では、予圧用ばねを使用しないため、小型化可能な従来技術がある。例えば、音響導波路の先端を回転体に接触させて駆動する方式の超音波

モータでは、(1) 予圧用ばねがないため小型化の可能性はある。しかし、(2) 音響導波路の先端を機械的に回転させる必要があるため水中での動作は困難、(3) 音響導波路が軸上にあるため中空軸の回転が困難、などの問題点があった(R. Carotenuto, A. Lulaa, and G. Caliano, "Flexible piezoelectric motor based on acoustic fiber," Applied Physics Letters, Vol. 27, No. 12, pp. 1905-1907 参照)。

【発明の開示】

本発明が解決しようとする問題点は、従来の進行波型超音波モータでは、(1) 予圧用ばねが不可欠であったため該モータの構造が複雑であるため小型化困難、(2) 防水なしでは液中動作が不可能、(3) 血管内では中空軸を有するロータの回転が困難、等である。

本発明の超音波モータは、進行波型超音波モータの動作原理に基づくものである。該モータでは、音響導波路の先端部をコイル状にしたものがステータとして用いられているため、移動体に駆動力を与える範囲が広くなり、単位長さ当たりの駆動力が小さいままで大きな駆動力を与えることを可能となり、これにより予圧用ばねが不要である。さらに、該ステータに近接して配置した移動体を、ステータ中を伝播する屈曲波の表面粒子の楕円運動で駆動することにより、該移動体を回転、走行移動または曲線運動させるようにする。

本発明の超音波モータでは、予圧用ばねと吸収体を不要として構造が簡単化されたため、(1) 通常の音響導波路で構成したコイルは言うまでもなくカーボンナノコイルの使用も検討できるほどの超小型化が可能、(2) 液中での動作が可能、(3) 中空軸の移動体の回転も可能、さらに、(4) 移動体を回転しつつ軸方向に直線運動させることが可能、(5) 球、楕円、円錐など任意の軸対称の物体の回転が可能、(6) 円柱又は円筒である移動体の直線運動が可能、等、の利点がある。

【図面の簡単な説明】

第1図は、進行波型超音波モータの動作原理を示し、(a)は、屈曲波の時間変化、(b)は、弾性体下面上の点Pの時間軌跡を、また(c)は、駆動原理を示す。

第2図は、本発明の進行波型超音波モータの基本構成を示す概念図であって、円形断面のロータにヘリカル状に巻かれた音響導波路(ステータ)の配置と該導波路表面の質点の位置を示す。

第3図は、本発明の進行波型超音波モータのステータに伝搬する超音波の屈曲波の振動により弾性体表面の粒子が辿る時間軌跡を示す概念図である。

第4図は、本発明の進行波型超音波モータの動作原理を示す概念図であって、時間の経過に伴い音響導波路表面の質点P, Q, R, Sが次々にロータと接触し、ロータの周方向に駆動力を与える状態を示す。

第5図は、本発明の進行波型超音波モータの実施例1の原理を示すものであって、ヘリカルコイル状のステータを用いたものを示す概念図である。

第6図は、本発明の進行波型超音波モータに用いる導波路の実施例を示す概念図であって、(a)は丸みを帯びた断面をもつ複合導波路を、また、(b)は矩形断面をもつ複合導波路を用いた例を示す。

第7図は、本発明の進行波型超音波モータの実施例2の概念図であって、超音波伝送に複合導波路を用い、ステータをロータの外部に配置した例を示す。

第8図は、本発明の進行波型超音波モータの他の実施例の概念図であって、ステータにヘリカル状コイル型ステータを用い、該ステータをロータの内部に配置した例を示す。

第9図は、本発明の進行波型超音波モータの別の実施例の概念図であって、超音波伝送に複合導波路を用い、ステータをヘリカル状コイル型ステータで構成し、該ステータをロータ外部に配置した例を示す。

第10図は、本発明の超音波モータの実施例3の概念図であって、(a)は球形にステータを構成した、また(b)は円筒状ロータ内にステータを内設した例を示す。

第11図は、本発明の進行波型超音波モータの実施例4の概念図であって、ロータと一

体に回転するエンコーダを配置した例を示す。

第12図は、第11図に示したエンコーダがパルスをカウントする状態を示す概念図である。

第13図は、第11図に示したエンコーダの出力を示すグラフである。

第14図は、本発明の進行波型超音波モータの実施例5の概念図であって、超音波内視鏡へ応用した例を示す。

第15図は、移動体を回転しつつ軸方向に移動する超音波モータの実施例6を示し、(a)はその正面図、(b)は右側面図、(c)は縦断面図を示す。

第16図は、アレイ型超音波振動子よりなる超音波発生部で音響導波路中に超音波の進行波を発生させ、音響導波路を介してステータに伝送し、さらにステータで変換されない超音波を位相制御部と音響導波路を介して超音波発生部に同相で帰還させることを特徴とする超音波モータの実施例7を示す。 10

第17図は、アレイ型超音波振動子に位相差を与えた電圧を印加し、一方向に伝播する屈曲波を発生する方法を示す。

第18図は、コイルの内径とコイル上を伝播する屈曲波の群速度とコイル内径との関係とを示す。

第19図は、本発明の超音波モータの実施例8において超音波モータを直列接続する方法を示す。

第20図は、本発明の超音波モータの実施例9において超音波モータを並列接続する方法を示す。 20

第21図は、本発明の超音波モータの実施例10の概念図であって、(a)はその正面図、(b)はその平面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

[進行波型超音波モータの動作原理]

まず本発明のモータの動作原理は進行波型超音波モータと同一なので、その動作原理を述べる。ここで、まず、屈曲波が平板中を伝播する際の表面各点での変位に着目する。

第1図(a)は、弾性体中を時間経過に伴い、屈曲波が右方向へ進んでいく様子を表わしている。 t_0 位を時間的な基準とすると、 t_1 、 t_2 、 t_3 は、それぞれ $\pi/2$ 、 π 、 $3\pi/2$ 秒後の弾性体を表わしている。

いま、弾性体の中心線上の各点(例えば点q)の動きを t_0 から順に追ってみると、点qは上下振動のみをしていることが分かる。次に表面の各点(例えば点p)に着目する。 t_0 から t_3 へと時間が経過するに伴い、点pは上下だけでなく左右にも変位することが分かる。この点pの軌跡を描いたものが第1図(b)である。これは、屈曲波が進行するに伴い、弾性体表面の各点の進行方向に対する運動の存在を表わす。 30

ここで、第1図(c)に示すように、弾性体と移動体とを接触させ、弾性体に屈曲波を伝播させる。屈曲波の進行方向に伴う弾性体表面の粒子の運動は、弾性体と移動体との摩擦を介して移動体へと伝わり、移動体を駆動する。このときの移動体に加わる力の向きは、その楕円振動の向きから屈曲波の進行方向に対して逆向きとなる。

[本発明の超音波モータの動作原理]

本発明の進行波型超音波モータの基本的構成及び動作原理を説明する。 40

第2図(a)に示すように、本発明の進行波型超音波モータMは、円形断面をもつロータ2にらせん状に巻回されたヘリカルコイル状の音響導波路あるいは平面内らせんコイル状の音響導波路からなるステータ1とから構成されている。

通常、進行波型超音波モータにおいては、ロータ等の移動体と接する音響導波路の質点を楕円運動させる必要がある。本発明の超音波モータに用いる音響導波路1は、厚みを有するため、この音響導波路1を介して超音波の屈曲波を移動体に伝搬させた場合には、屈曲波の進行に伴い音響導波路1の表面近くの任意の質点(第2図(a)中のP、Q、R、Sのいずれか一つに着目する)は、楕円運動を行うようになる。

また、第3図に示すように、ステータ1に伝搬する屈曲波の主たる振動方向は半径方向である。ここで、屈曲波の伝搬がない場合には、ロータ2と音響導波路1は非接触とする 50

。屈曲波の伝搬に伴い導波路1の表面の質点は、第3図に示すように、楕円運動を行い、また、屈曲波は周方向に伝搬する場合には、質点は時計回り方向に回転する。屈曲波の振幅が小さく、音響導波路1上の質点とロータ2が接触していない状態では、音響導波路1上の質点は、細線1₁で示す軌跡を辿る。これに対して屈曲波の振幅が増大し導波路1とロータ2と接触する場合には、質点の移動がロータにより制限されるため、太い実線1₂で示したように、AからBへの軌跡を辿る。このため、ロータ2は屈曲波の伝搬方向と逆方向の駆動力を受け、この駆動力によりロータ2は回転する。

ここで、第2図に示すように、ステータ1のロータ2側で30°間隔離れた点(第2図(b)参照)をP、Q、R、Sとする。また、ここでは、説明を簡単にするために、ステータ1の一周が一波長であるとする。ある時間に点Pがロータ2と接触したとすると、第4図(a)、(b)、(c)、(d)に示すように、時間の経過に伴いQ、R、Sが次々にロータ2と接触し、ロータ2の周方向に駆動力を与える。この駆動力の方向は常に同一である。ここで点Pとロータ2の反対側の点でステータ1とロータ2が接触する条件でロータ2とステータ1とを動作させることにより、従来の超音波モータのように予圧用バネを用いることなく駆動力を得ることができる。また、ステータ1上の前述した質点は、らせん方向に楕円運動するので移動体、例えばロータ2、は軸方向にも駆動される。

また、ステータ1としてコイルを多数巻回したものをを用いた場合には、屈曲波のエネルギーがロータ2に与えられるため、屈曲波の振幅が次第に小さくなる。そのため、コイルの先端から反射波が生じることはなく、コイル上には進行波のみが存在する。それ故、本発明の超音波モータでは、従来の超音波モータのように反射波抑圧用の吸収体を設ける必要がない。

さらに、このように構成したヘリカルコイル状の音響導波路で構成されるステータを用いれば、予圧用バネと吸収体が不要となるため、構造が簡単になり、小型・堅牢な進行波型超音波モータを実現できる。なお、ステータを平面内らせんコイル状にした場合には、ステータを2枚の円板で挟む構造にすれば、予圧用バネは必要としない。

また、移動体(ロータ)は、軸対称であれば、円柱、円板、円筒、円錐状、テーパ、球等任意の形状の物でよい。円柱又は円筒の表面にらせん状の突起又は溝を設ければ回転を通じた軸方向の直線移動が可能となる。また磨耗することを問題にしなければ任意の固体で作られていても良い。

ここで述べた屈曲波は、通常Lamb波と呼ばれている超音波を想定している。Lamb波を用いる場合、駆動力を高めるためには、音響導波路の板厚が大きいほうが好ましい。さらにコイルとロータの接触面が広い方が望ましいので、円形断面の音響導波路を用いる場合には、円形断面の一部を研削して平面状に加工の上、コイル化するとよい。また、Lamb波の他に表面弾性波等、超音波の伝播とともに表面の粒子が楕円運動する超音波を用いることができる。

【実施例1】

第5図は、本発明の実施例1であるヘリカルコイル状の音響導波路をステータとして用いた進行波型超音波モータの原理図を示す。本実施例1の超音波モータMは、ロータ2と、このロータ2に巻回されたヘリカルコイル状のステータ1aと、このヘリカルコイル状のステータ1aの両端に音響導波路5a、5bを介して接続した振動子(超音波発生器)3、4とから構成される。

振動子3を駆動すると、振動子3で発生した超音波の屈曲波は、音響導波路5aを介してヘリカルコイル状のステータ1aに到達する。ヘリカルコイル上では超音波はヘリカルコイルに沿って伝搬するとともに、移動体であるロータ2に超音波の進行方向と逆向きの駆動力を与える。ここで、ヘリカルコイルの全ての部分で、駆動力は、同一方向である。超音波はヘリカルコイル上を伝搬するにつれ減衰する。ヘリカルコイルの各部分がロータ2に与える駆動力は、小さいもののステータとロータの相互作用する距離が長いので、ヘリカルコイルを超音波が伝搬するときの伝搬損失を除く全てのエネルギーがロータ2の駆動力に用いられる。振動子4を駆動すると、振動子4で発生した超音波は音響導波路5bを介してステータ1bに達し、ロータを反対方向に回転させる。

とくに、本発明の進行波型超音波モータでは、通常の進行波型超音波モータのように、予圧用バネが不要なことである。ここで、導波路 5 a のみを用いて、導波路 5 b を用いない場合には、ロータ 2 の回転方向は一方向に限られる。

これまでの動作説明は進行波形超音波モータに係るものであった。ここで第 5 図において、振動子 3, 4 に印加する周波数もしくは位相に差をもたせることにより、コイル上に定在波を発生できる。そこで、一方の周波数を掃引することによりコイル上の定在波は移動するため、ロータを駆動できる。これにより進行波合成による定在波型超音波モータを構成できる。

本発明の進行波型超音波モータの導波路 5 a, 5 b として、金属、ジルコニア等のセラミックス、石英ファイバーまたはサファイアからなる矩形断面、円形断面あるいは円形断面の一部に平面を有するファイバーまたはテープを用いることができる。 10

また、第 5 図に示した本発明の実施例 1 のヘリカルコイル状のステータを用いる超音波モータでは、超音波振動部から 40 KHz の超音波が導波路 5 a, 5 b (超音波用導波路) に伝導される。導波路 5 a, 5 b は、例えば幅 1 mm、厚さ 0.05 mm のニッケル薄膜からなる。導波路 5 a, 5 b を伝搬した超音波は、ヘリカルコイル部分 1 a でロータ 2 を駆動する。ロータ 2 は、例えば、直径 2 mm、長さ 20 mm のアルミニウム棒からなり、ロータ 2 には回転確認用の羽をつけてもよい。

ここで、超音波発生部 (振動子) 3 を導波路 5 a に接触させるとロータ 2 は超音波の伝送方向と逆向きに回転し、また、超音波発生部 (振動子) 4 と導波路 5 b を接触させるとロータ 2 は先の方向と反対方向に回転する。 20

実施例 1 に基づいて試作した超音波モータと得られたトルクを示すと (ただし、この場合には音響導波路は 5 a のみである。線径 0.2 mm のピアノ線を用いて、内径 2.1 mm、巻数 10、ピッチ 0.4 mm のコイル部分を構成し、ロータとして、直径 2.0 mm、軸長 20 mm の超音波モータを構成した。) ランジュバン型振動子に 28.8 kHz、80 V の電圧を印加してピアノ線を介して超音波モータに伝送し、錘の巻上げによる起動トルクを測定したところ、 $0.1 \mu\text{N} \cdot \text{m}$ が得られた。

ここで、第 6 図は、本発明の進行波型超音波モータに用いる導波路の実施例を示す概念図であって、(a) は丸みを帯びた断面をもつ複合導波路を、また、(b) は矩形断面をもつ複合導波路を用いた例を示す。

【実施例 2】

第 7 図は、本発明の進行波型超音波モータの実施例 2 を示し、複合導波路 5 a, 5 b を用いて振動子 3 からの超音波伝送を行い、第 8 図に示すように、ステータ 1 a がロータ 2 の内部に配設された構成となる。

本実施例 2 は、振動子 3 で発生した超音波をヘリカルコイル状のステータ 1 a に伝送するシステムである。第 7 図に示すように、振動子 3, 4 から発生した超音波は、振動子 3, 4 に接続された導波路 5 a を介して、ヘリカル状コイル型ステータ 1 a に伝達され、この際生ずる駆動力により、ロータ 2 が屈曲波の伝播方向と逆方向に回転される。ここでロータ 2 の回転方向を反転する場合には、振動子 3 に代えて振動子 4 を駆動させる。

また、第 9 図に示すように、ステータ 1 a 内部にロータ 2 を配置することも可能である。

さらに、本発明の進行波型超音波モータ M では、その回転数、トルクの調整は、ロータの直径、導波路の幅、超音波強度、駆動超音波等をパルス動作させるなどにより調整できる。また、前述した同じ条件でもステータ表面に超音波の進行方向と所定角度例えば直角に近い方向に適当な溝を設けることにより、超音波モータの回転数、トルクを変えることができる。

ここで、第 8 図に示す構造の試作例を示す。ただしこの試作例では、音響導波路は 5 a のみである。線径 0.2 mm のピアノ線を用いて、外径 0.7 mm、巻数 15、ピッチ 0.1 mm のコイル (ステータ)、チタンを用いて外径 1.0 mm、内径 0.8 mm、軸長 5.0 mm のロータを製作し、ロータをステータの外側に配置し、1.2 m の導波路を介して実施例 1 の場合と同様にして駆動し、水中での回転を確認した。この構造のモータは 50

、モータの中空軸の中に溶解剤輸送用細径カテーテルを通すことが可能であるため、血栓除去術における血栓溶解剤と血栓（血餅）との攪拌や血管内モニター装置への血栓付着防御に用いることができる。

【実施例 3】

三次元的構造、例えば、第 10 図に示すように、音響導波路（振動子 3 a, 3 b）を用いて球状あるいはテーパ状にステータ 1 を構成し、球状あるいはテーパ状の移動体 2 をステータ 1 内に保持して回転させて進行波型超音波モータとすることも可能である。（第 10 図（a））

さらに、円筒状ロータ 2 内に同心にヘリカルコイル状の音響導波路よりなるステータ 1 を内設して、円筒状ロータ 2 をステータ 1 の軸方向に移動させてもよい。（第 10 図（b）） 10

【実施例 4】

第 11 図から第 13 図は、本発明の進行波型超音波モータ M に、エンコーダを配設した実施例 4 を示す。

第 11 図と第 12 図に示すように、ロータ 2 と一体となってロータ 2 の一部からなるエンコーダは回転する。図中太線で示した部分は導電部分 7 であり、また細線で示した部分は絶縁部分 8 である。ここでは導電部分 7 と静止した外部回路との接続部は示していない。導電部分 7 に電気的接触部 9 を接触させることで電池－抵抗－エンコーダで電気回路を閉じる。そのため抵抗部の電圧を計測することによりロータ 2 の回転数が検出できる。

ここで第 12 図について説明する。 20

第 12 図（1）の ON 状態では、電気的接触部 9 a、導電部分 7 a、導電部分 7 b、および電気的接触部 9 b が導通するため、電池、抵抗を含めた回路が閉じて電流が流れる（ON）。

第 12 図（2）ON 終了状態では、ON の状態が終了する。

第 12 図（3）の OFF 状態では、電気的接触部 9 a と導電部分 7 a、電気的接触部 9 b と導電部分 7 b が離れるため OFF 状態になる。

第 12 図（4）の OFF 終了状態では、OFF 状態が終了する。

そして、第 13 図に示すように、エンコーダからのパルス数をカウントすることにより、進行波型超音波モータ M の回転数を設定できる。

【実施例 5】

 30

本発明の進行波型超音波モータの一応用例として、超音波内視鏡への適用した実施例 5 を説明する。従来の機械回転式の超音波内視鏡では、カテーテル内に探触子を配置し、探触子に接続されたトルクワイヤー全体を回転させている。そのため、生体への安全性を考慮して、保護チューブを硬いものにしてあるため、先端部分の曲率を小さく出来ないの、生体内の細かい部分の観察が出来ない。

そこで本発明の小型化した進行波型超音波モータ M を、第 14 図に示すように、先端部分に付けて超音波内視鏡を構成し、ミラー 12 を回転させれば、超音波振動子から発生した超音波の伝搬方向を回転させられる。この場合、超音波モータが小型化されていて、回転部分は先端部分だけであるので、曲率を小さく出来る。従って、生体内の細かい部分の観察が可能となる。 40

また、本発明の進行波型超音波モータを生体の血管内に挿入して、異常部分を検出する血管内エコー法に適用することも可能である。

【実施例 6】

小型カメラのレンズ移動用モータとしては第 15 図に示すように、中空のロータ 2 の表面に螺旋状の溝 2 a を設けておき、この溝 2 a に適合する螺旋状コイルからなるステータ 1 に振動子 3 から屈曲波を伝送すれば、ロータ 2 を回転させながら軸方向に直線運動させることが可能である。位相制御部 14 を設置することにより駆動力を高めることができる。第 15 図（a）はロータ 2 とステータ 1 の部分の正面図、第 15 図（b）は側面図、第 15 図（c）は断面図である。

実施例 6 の実験例として直径 6 mm 長さ、20 mm の標準ボルトに直径 0.5 mm の鉄 50

線を5回巻きつけ、50kHzにおいて出力10Wの超音波振動子に鉄線を接触させることにより、約10mmのストロークが容易に得られた。

【実施例7】

コイルの巻き数が少ない状態で駆動力を高める方法を第16図に示す。第16図において超音波発生部13は、一方向に伝播する屈曲波を発生するアレイ型振動子で音響導波路5aを介してステータ1に屈曲波を伝送する。ステータ1において回転運動に変換されなかった屈曲波は導波路5bを介し超音波発生部13に戻る。このとき位相制御部14で屈曲波の位相を制御することにより、超音波発生部13で発生する超音波と同位相で加算されるため、屈曲波から移動体に変換されるエネルギーが大きくなる。

超音波発生部13ではA、B、C、・・・で示すように、振動子が幾つかに分割されている。ここで第17図に示すように各振動子A、B、C、・・・に印加する電圧の位相を調整することにより一方向に進行する屈曲波を発生できる。

なお、屈曲波の位相はコイルの直径や音響導波路の厚さや長さを変えることにより調整できる。一例として第18図に直径0.1mmから0.3mmのステンレス線をコイル化した場合の群速度の大きさとコイルの半径との関係を示す。

【実施例8】

第19図は本発明の超音波モータを直列接続して駆動力を大きくしたモータを示す。超音波発生部13-1で発生した屈曲波は音響導波路5a-1を介しステータに伝送され、ロータ2を駆動する。超音波発生部13-2、13-3で発生した屈曲波も同様にロータ2を同一方向に駆動するように配置する。14-1～14-3は位相調整器を示す。

【実施例9】

第20図は本発明のモータを並列接続して幾つかのモータを同時に駆動する方法を示す。超音波発生部13で発生した屈曲波は、音響導波路を介して超音波モータ15-1～15-3を駆動する。超音波発生部13と位相制御部14を独立させることにより、各モータ15-1～15-3を独立に駆動することも可能となる。

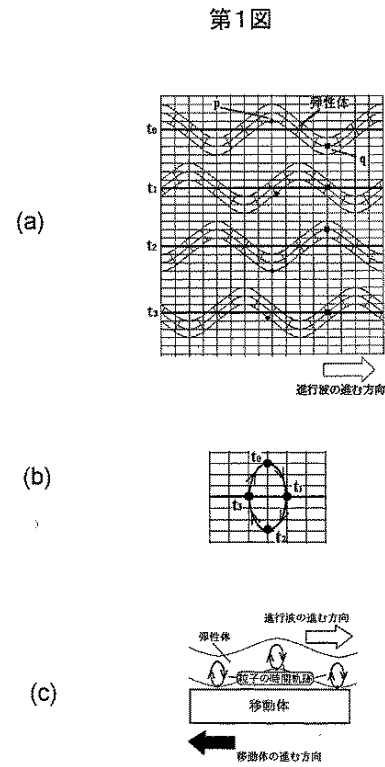
【実施例10】

らせん状ステータを用いたモータを構成する場合には、第21図(a)、(b)に示すように、ヨーヨーのようにステータ1の両側を円盤(ロータ)2で挟んだ構成とする。一例として、直径0.3mmの真鍮線をらせん状に巻き直径10mmの円盤2で挟んだ構造のモータを試作し、40kHzにおいて出力10Wの超音波振動子3に真鍮線を接触させ、円盤2の回転を確認した。

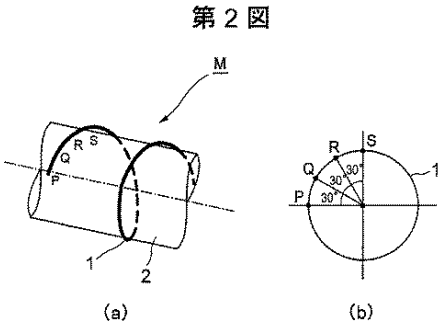
【産業上の利用可能性】

以上のように、本発明の超音波モータは、モータを必要とするロボット工学、電気自動車等の機械工学分野、医用診断・治療等の医学分野、電磁界の影響を回避する必要がある計測・生産工学分野など広範囲の技術分野で用いられる。特に、超小型、水中動作、及び中空軸の移動体の回転が可能な、医用分野における血管内超音波画像化法(IVUS)や血栓除去及び血栓付防止用モータ等、血管内で使用するモータに利用可能である。

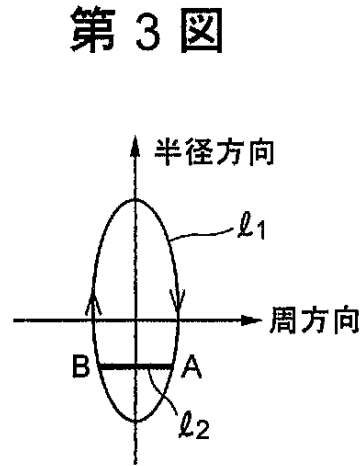
【図 1】



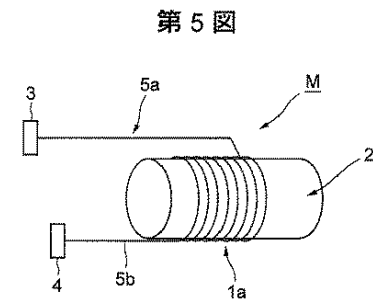
【図 2】



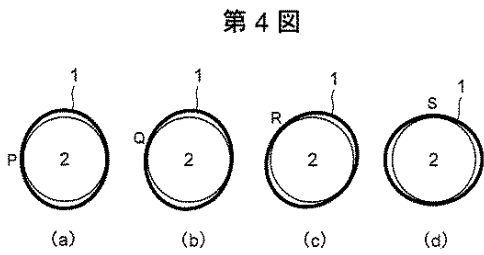
【図 3】



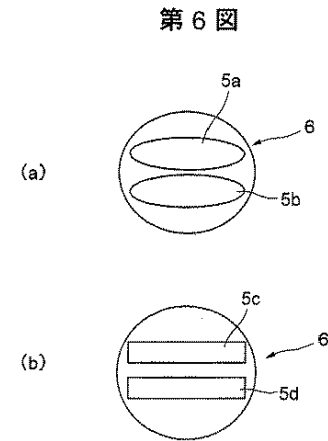
【図 5】



【図 4】

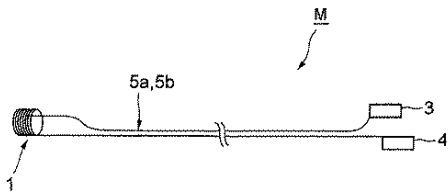


【図 6】



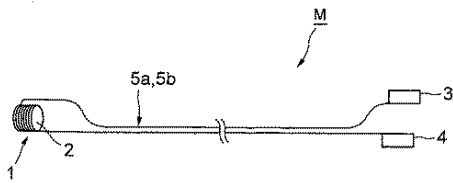
【図 7】

第 7 図



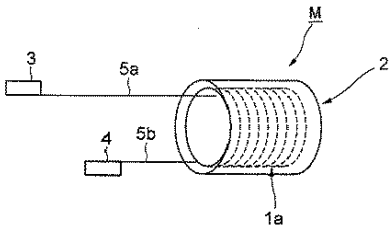
【図 9】

第 9 図



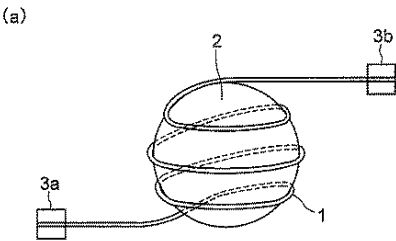
【図 8】

第 8 図

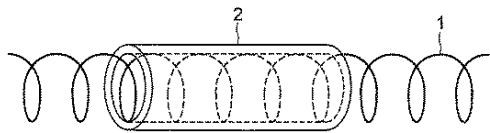


【図 10】

第 10 図

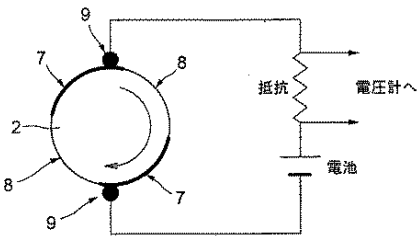


(b)



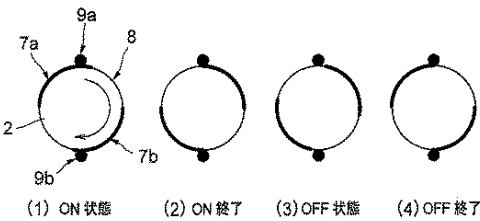
【図 11】

第 11 図

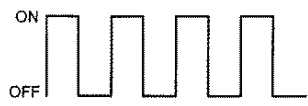


【図 12】

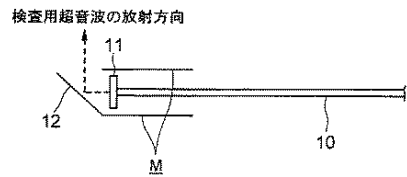
第 12 図



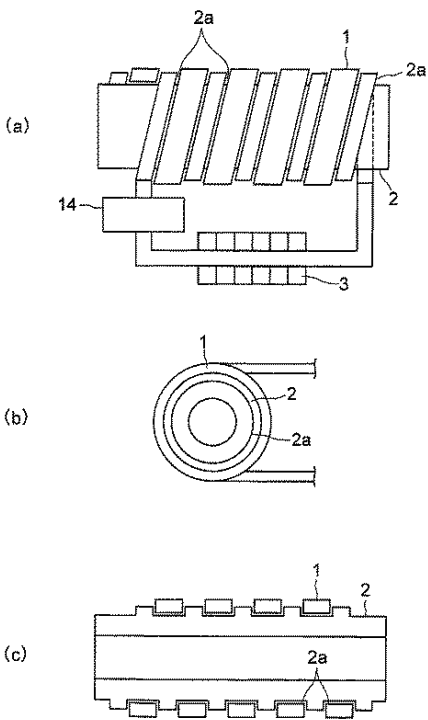
【図 1 3】
第 13 図



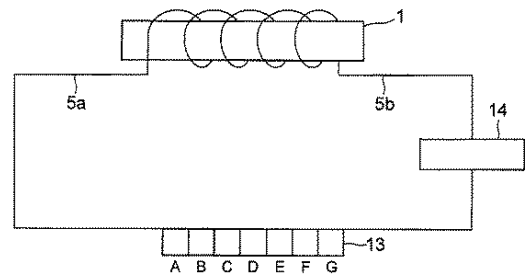
【図 1 4】
第 14 図



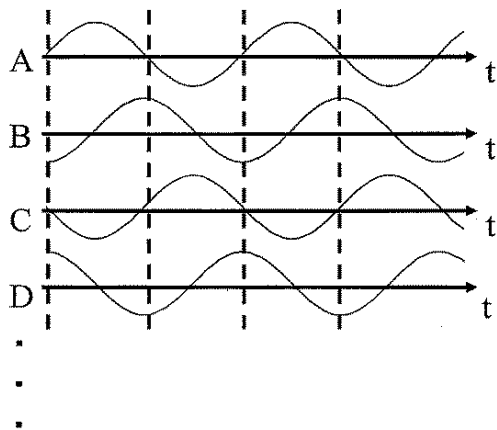
【図 1 5】
第 15 図



【図 1 6】
第 16 図

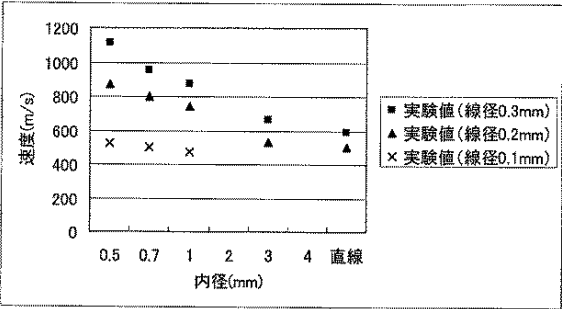


【図 1 7】
第 17 図



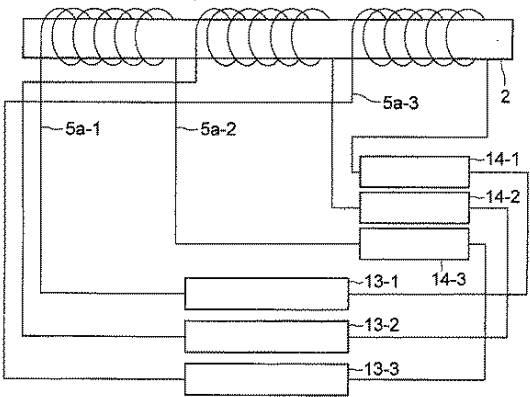
【図 1 8】

第18図



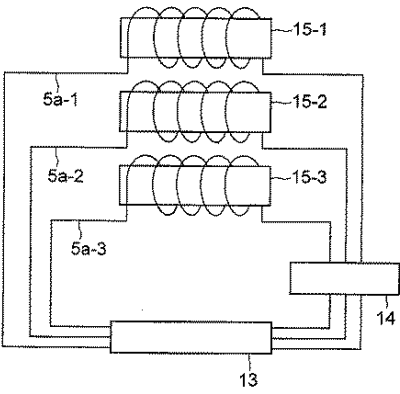
【図 1 9】

第 19 図



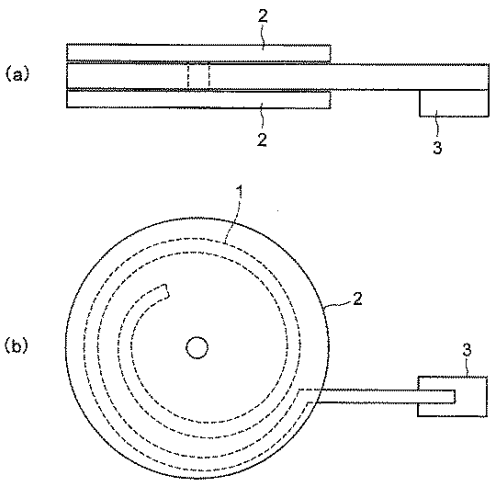
【図 2 0】

第 20 図



【図 2 1】

第 21 図



【手続補正書】

【提出日】平成19年4月26日(2007.4.26)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】

ステータをコイル状の音響導波路で構成し、該ステータに近接してあるいは接触して配置した移動体を超音波の屈曲波の伝搬により回転、走行移動または曲線運動させるようにした超音波モータ。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/008546												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ H02N2/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ H02N2/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Category*</th> <th style="width: 70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width: 20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP 7-88788 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 04 April, 1995 (04.04.95), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td style="text-align: center;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP 10-296186 A (TDK Corp.), 10 November, 1998 (10.11.98), Full text; all drawings (Family: none)</td> <td style="text-align: center;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>JP 10-85221 A (Hewlett-Packard Co.), 07 April, 1998 (07.04.98), Full text; all drawings & US 5647367 A & US 5779643 A</td> <td style="text-align: center;">1-18</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 7-88788 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 04 April, 1995 (04.04.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-18	A	JP 10-296186 A (TDK Corp.), 10 November, 1998 (10.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-18	A	JP 10-85221 A (Hewlett-Packard Co.), 07 April, 1998 (07.04.98), Full text; all drawings & US 5647367 A & US 5779643 A	1-18
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	JP 7-88788 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 04 April, 1995 (04.04.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-18												
A	JP 10-296186 A (TDK Corp.), 10 November, 1998 (10.11.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-18												
A	JP 10-85221 A (Hewlett-Packard Co.), 07 April, 1998 (07.04.98), Full text; all drawings & US 5647367 A & US 5779643 A	1-18												
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.														
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family														
Date of the actual completion of the international search 03 August, 2005 (03.08.05)		Date of mailing of the international search report 23 August, 2005 (23.08.05)												
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008546

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-510158 A (Ethicon Endo-Surgery, Inc.), 18 March, 2003 (18.03.03), Full text; all drawings & US 64321181 B1 & WO 01/24714 A1	1-18
A	JP 2003-527155 A (Ethicon Endo-Surgery, Inc.), 16 September, 2003 (16.09.03), Full text; all drawings & WO 00/74754 A2	1-18
A	JP 2003-116869 A (Honda Seiki Kabushiki Kaisha), 22 April, 2003 (22.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-18

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2005/008546	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H02N2/00			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ H02N2/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 7-88788 A (オリンパス光学工業株式会社) 04.04.1995, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-18	
A	JP 10-296186 A (ティーディーケイ株式会社) 10.11.1998, 全文、 全図 (ファミリーなし)	1-18	
A	JP 10-85221 A (ヒューレット・パカード・カンパニー) 07.04.1998, 全文、全図 & US 5647367 A & US 5779643 A	1-18	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 03.08.2005		国際調査報告の発送日 23.8.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 佐々木 訓	8V 9818 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005/008546

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-510158 A (エシコン・エンドーサージェリィ・インコーポ レイテッド) 18.03.2003, 全文、全図 & US 64321181 B1 & WO 01/24714 A1	1-18
A	JP 2003-527155 A (エシコン・エンドーサージェリィ・インコーポ レイテッド) 16.09.2003, 全文、全図 & WO 00/74754 A2	1-18
A	JP 2003-116869 A (本田精機株式会社) 22.04.2003, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-18

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 鈴木 茂樹

東京都世田谷区池尻四丁目2-13

Fターム(参考) 4C060 JJ23 MM25

4C601 BB09 EE13 FE04

5H680 AA19 BB03 BB12 BB15 CC07 DD01 DD15 DD23 DD53 DD59

DD67 DD72 DD83 DD88 FF03

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波电机		
公开(公告)号	JPWO2005114824A1	公开(公告)日	2008-03-27
申请号	JP2006513683	申请日	2005-04-27
[标]申请(专利权)人(译)	森谷忠 古川裕二		
申请(专利权)人(译)	森谷忠 古川 勇 二		
[标]发明人	守屋正 古川勇二 鈴木茂樹		
发明人	守屋 正 古川 勇二 鈴木 茂樹		
IPC分类号	H02N2/00 A61B17/22 A61B8/12 H01L41/09		
CPC分类号	H02N2/08 H02N2/16		
FI分类号	H02N2/00.C A61B17/22 A61B8/12		
F-TERM分类号	4C060/JJ23 4C060/MM25 4C601/BB09 4C601/EE13 4C601/FE04 5H680/AA19 5H680/BB03 5H680/BB12 5H680/BB15 5H680/CC07 5H680/DD01 5H680/DD15 5H680/DD23 5H680/DD53 5H680/DD59 5H680/DD67 5H680/DD72 5H680/DD83 5H680/DD88 5H680/FF03		
代理人(译)	大川 晃		
优先权	2004151313 2004-05-21 JP		
其他公开文献	JP4422721B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在超声波电动机中，本发明包括：定子1，其使用螺旋线圈形状的声波导或平面内螺旋线圈的声波导；以及在定子1上靠近线圈布置的移动体2。通过传播弯曲波来执行旋转，运行运动或曲线运动。根据本发明，不需要预加载弹簧和吸收器，并且可以简化结构并减小其尺寸，可以在不防水的情况下进行浸没操作，并且可以使中空圆筒旋转。

