

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年9月16日(16.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/104130 A1

- (51) 国際特許分類: H02N 2/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/054049
- (22) 国際出願日: 2010年3月10日(10.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2009-057086 2009年3月10日(10.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人東京農工大学(National University Corporation Tokyo University of Agriculture and Technology) [JP/JP]; 〒1838538 東京都府中市晴見町3丁目8番地の1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 遠山 茂樹 (TOYAMA Shigeki) [JP/JP]; 〒1838538 東京都府中市晴見町3丁目8番地の1 国立大学法人東京農工大学内 Tokyo (JP). 保科 真彦 (HOSHINA Masahiko) [JP/JP]; 〒1838538 東京都府中市晴見町3丁目8番地の1 国立大学法人東京農工大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許事務所 (Shin-yu International Patent Firm); 〒1510073 東京都
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

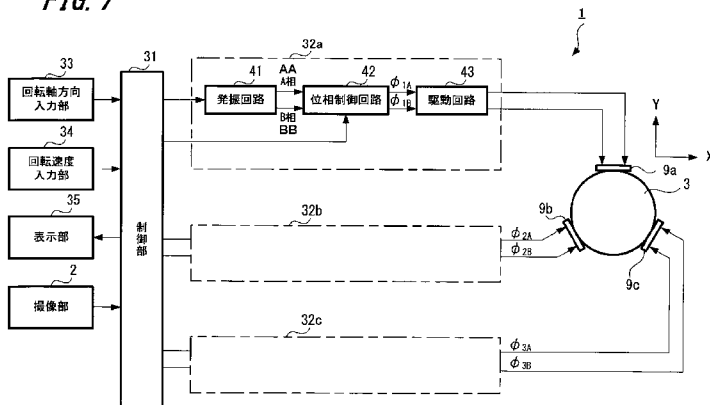
- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: SPHERICAL ULTRASOUND MOTOR AND CONTROL METHOD FOR A SPHERICAL ULTRASOUND MOTOR

(54) 発明の名称: 球面超音波モータ及び球面超音波モータの制御方法

[図7]

FIG. 7



- 2 Imaging Unit
- 31 Control Unit
- 33 Direction of Axis of Rotation Input Unit
- 34 Rotation Velocity Input Unit
- 35 Display Unit
- 41 Oscillating Circuit
- 42 Phase Control Circuit
- 43 Drive Circuit
- AA A Phase
- BB B Phase

(57) Abstract: In order to be able to control an approximately spherical rotor precisely even at low rotation velocities, the disclosed control method for a spherical ultrasound motor (1) designates an axis of rotation of a rotor (3) by deciding the phase of a voltage applied to three stators (9a - 9c) when controlling three rotational motions of the spherical ultrasound motor (1). Furthermore, said motor (1) is configured to control the rotational velocity of said rotor (3) by means of adjusting the frequency of the voltage applied to the three stators (9a - 9c). As a result, highly precise control at low rotation velocities is possible.

(57) 要約: 略球状のロータを低速回転でも精度よく制御できるようにすることを目的とする。このため本発明は、球面超音波モータ1の3の回転動作を制御する際、3つのステータ9a~9cに印加する電圧の位相を決定してロータ3の回転軸の方向を定める。また、3つのステータ9a~9cに印加する電圧の周波数を調整することにより当該ロータ3の回転速度を制御するような構成

とする。これにより低速回転での精度の高い制御を可能にしている。

WO 2010/104130 A1

明 細 書

発明の名称： 球面超音波モータ及び球面超音波モータの制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、多方向の自由度を有し、撮像部やロボットアーム等の被回動部材を回動させる球面超音波モータ及びこの球面超音波モータの制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来、超音波モータを応用したものとして、略球状のロータと、このロータの表面に接触してロータを回動自在に支持する複数のリング状のステータから構成された球面超音波モータ（球面アクチュエータ）が存在する。ステータはリング状の金属に圧電セラミックスからなる圧電素子を接着して構成される。圧電素子にはA相とB相からなる電極パターンがあり、分極処理により分極の極性が円周方向で交互に異なるようにしている。このような圧電素子のA相とB相にそれぞれ90度の位相の異なる高周波電圧を印加すると、所定の周波数でステータは共振状態となる。この結果、ステータに曲げ（たわみ）振動による進行波を発生させ、ステータに加圧されたロータが摩擦力により回転する。このように球面超音波モータでは、複数のステータが発生させる表面波振動をロータに伝達させて、この振動によりロータを多方向に駆動させている。

[0003] ところで、超音波モータの速度制御は、大きく2つの方法で行われている。すなわち、圧電素子に対する印加電圧の位相又は周波数を制御する方法である。

[0004] 位相は、振動を発生するステータ（圧電素子）に印加する2相の電圧の位相差のことで、ステータ表面の振動は、位相差0°では定在波（ロータは回転しない）、位相差90°では進行波（振幅は一定でロータは勢いよく回転する）となる。このことを利用し、2相の電圧の位相差を調節して回転速度を制御することが行われている。

[0005] 一方、周波数による制御では、印加電圧の周波数がステータの共振周波数のときロータは最もよく回転し、印加電圧の周波数を共振周波数からずらすに従って回転速度が減少し、やがて停止する。このことを利用し、2相の電圧の周波数を制御してロータの回転速度を制御することが行われている。

[0006] ところで球面超音波モータは、円板状の例えば3個のステータで略球状のロータを保持し、それぞれのステータの角速度ベクトルの合成ベクトルまわりに、ロータを回転させるものである。従来は、3個のステータの位相を調節して、ロータの回転軸方向と回転速度を制御していた。というのは、球面超音波モータの場合、周波数によるステータの制御は周波数が小さいと表面波振動の振幅が小さくなりステータ間の干渉が強く、回転軸の生成が困難であり、回転速度も不安定であった。

[0007] 球面アクチュエータを位相によって制御する例として、例えば、球面アクチュエータの各々のステータに印加する2相の高周波電圧の位相差を利用して、ロータの回転を制御する技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平11-84526号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 上述したとおり、球面超音波モータを位相により制御するとき、ロータの回転動作の回転軸を精度よく生成することができる。しかし、低い回転速度を実現しようとするとき、各ステータに与える2相の電圧の位相差が小さくなると、ロータと複数のステータ間における固体摩擦の不均一性により、ロータの回転が安定しないという問題があった。また低い回転速度のときに位相差が小さくなると、上述したようにステータ表面の振動は定在波に近くなり、ロータがステータから浮いたような状態となるので、外乱にも弱くなる

。実際には、球面アクチュエータを低い回転速度（回転数）で利用するケースが多く、回転速度の不安定性は重要な問題であった。

[0010] 図 1 1 は、位相差のみで球面アクチュエータのロータを Y 軸方向へ回転する場合における、位相差 [deg] と回転速度 [rpm] 及び角度誤差 [deg] との関係を示したグラフの一例である。

ここでは、3つのステータを備える球面アクチュエータを想定しており、第1のステータに印加する2相の電圧の初期入力の位相差を0deg、第2のステータに印加する2相の電圧の位相差を+60deg、第3のステータに印加する2相の電圧の位相差を-60degとしている。そして、第1～第3のステータに印加する2相の電圧の位相差を初期入力の位相差から10段階で、すなわち位相差を6degずつ減らして回転速度を変化させた例としている。すなわち、図 1 1 のグラフの横軸に示した位相差は、第2および第3のステータに印加する2相の電圧の位相差の絶対値を示している。なお、第1のステータに印加する2相の電圧の初期位相差は0degなのでこの場合は変化しない。

[0011] 図 1 1 に示すように、第2および第3のステータに印加する2相の電圧の位相差を小さくしていくとロータの回転速度が減少するものの、位相差が20deg弱より小さくなくても回転速度がゼロとならず低速が思うようになくなる。また、位相差の減少とともに目標とするロータの回転軸の方向と実際の回転軸の方向との角度誤差が増大する。すなわち、位相差のみでロータの回転動作を制御しようとしたときに位相差が小さいと、ロータを低速で回転できないことに加え、回転軸が意図した方向に動かないという問題があった。

[0012] 本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、球などの曲面部を持つロータを低速回転でも精度よく制御できるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の一側面の球面超音波モータは、曲面部を有するロータと、所定の間隔を開けて配置されてロータの表面に接触し、2相の駆動信号が供給され

て超音波振動を発生する複数のステータと、この複数のステータに対応して設けられ、入力された周波数制御信号に基づいて、所定周波数の2相の駆動信号を生成する複数の発振部と、複数のステータに対応して設けられ、入力された位相制御信号に基づいて、発振部から発振された2相の駆動信号の位相差を調整する複数の位相制御部と、2相の駆動信号の周波数を目標の周波数にするための周波数制御信号を発振部へ出力し、また2相の駆動信号の位相差を目標の位相差にするための位相制御信号を位相制御部に出力して位相差の調整を行わせる制御部と、
を備え、

複数のステータの各々は、複数の位相制御部から供給される、周波数および位相差が調整された2相の駆動信号を受けて同時に超音波振動を発生することを特徴とする。

[0014] 本発明の一側面の球面超音波モータの制御方法は、球面超音波モータが備えるロータの目標の回転軸の方向に応じて、球面超音波モータが備える制御部が、ロータの表面に接触する複数のステータごとに供給すべき2相の駆動信号の位相差を決定して位相制御信号を生成する第1ステップと、ロータの目標の回転速度に応じて、制御部が、複数のステータごとに供給すべき2相の駆動信号の周波数を決定して周波数制御信号を生成する第2ステップと、この第2ステップで生成された周波数制御信号を、複数のステータに対応して設けられ2相の駆動信号を生成している複数の発振部に入力し、各発振部において当該2相の駆動信号の周波数を調整して出力する第3ステップと、第1ステップで生成された位相制御信号を、複数のステータに対応して設けられている複数の位相制御部に入力し、各位相制御部において対応する発振部から出力された2相の駆動信号の位相差を調整して出力する第4ステップと、複数のステータの各々が、周波数および位相差が調整された2相の駆動信号を受けて同時に超音波振動を発生する第5ステップと、を含むことを特徴とする。

[0015] 本発明の一側面においては、球面超音波モータの回転動作を制御する際、

複数のステータに印加する駆動信号の位相差を決定して球面超音波モータの回転軸の方向を定めることにより、回転軸の方向を正確に定めることができる。また複数のステータに印加する駆動信号の周波数を調整することにより当該球面超音波モータの回転速度を制御することにより、低速回転でも安定した制御が可能である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、球などの曲面部を持つロータを低速回転でも精度よく制御できる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の球面アクチュエータの一実施形態を備えた撮像装置を正面側から示す斜視図である。

[図2]本発明の球面アクチュエータの一実施形態を背面側から示す斜視図である。

[図3]本発明の球面アクチュエータの一実施形態を示す分解斜視図である。

[図4]本発明の球面アクチュエータの一実施形態の駆動力発生部を示すもので、図4Aは正面図、図4Bは断面図である。

[図5]本発明の球面アクチュエータの一実施形態の支持部材に対する駆動力発生部の位置関係を示す説明図である。

[図6]球面アクチュエータの角速度ベクトルの例を示す説明図である。

[図7]本発明の球面アクチュエータの一実施形態の制御機構を示すブロック図である。

[図8]本発明の球面アクチュエータの制御方法を示すフローチャートである。

[図9]本発明の球面アクチュエータの周波数制御を示す説明図である。

[図10]本発明の球面アクチュエータによる測定結果を示すグラフである。

[図11]従来技術の説明に供するグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の球面超音波モータの実施形態例について、図1～図10を参照して説明する。なお、各図において共通の部材には、同一の符号を付し

ている。また、本発明は、以下の形態に限定されるものではない。

[0019] [球面アクチュエータの構造例]

図1は、本発明の球面超音波モータが適用された球面アクチュエータを備える撮像装置を正面側から見た斜視図、図2は、球面アクチュエータを背面側から見た斜視図である。

この図1に示す、本発明の実施の形態例（以下、「本例」という。）である撮像装置10は、本発明の一実施の形態例に係る球面アクチュエータ1と、被回動部材の一具体例を示す撮像部2から構成されている。撮像部2は、撮像素子〔例えば、CCD（電荷結合素子）、CMOS（相補性金属酸化膜半導体）等〕と、この撮像素子に被写体からの像光を入射させるレンズ装置とを有している。

[0020] 図1及び図2に示す、球面アクチュエータ1は、多方向（本例では、互いに直交するX軸方向、Y軸方向及びZ軸方向の3軸方向）の自由度を有するアクチュエータである。そして、この球面アクチュエータ1は、略球状の支持部材3（ロータ）と、この支持部材3を固定する固定部材4と、支持部材3に回動可能に支持される可動部材5から構成されている。

[0021] 支持部材3（ロータ）は、略球状に形成されており、曲面部を有している。この支持部材3には、円柱状をなす固定部材4が取り付けられている。この固定部材4により、支持部材3は、回動しないように固定されている。そして、固定部材4に固定された支持部材3に可動部材5が回動可能に支持されている。なお、本例では、支持部材3の形状を略球状として説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、支持部材3の形状を半球、楕円球、や円盤状等の外側に膨出する曲面部を有するその他各種の形状に形成してもよい。更に、固定部材4の形状を円柱状として説明したが、固定部材4を角柱状やその他各種の棒状に形成してもよい、ことは言うまでもない。

[0022] 図3は、本例の球面アクチュエータを示す分解斜視図である。

この図3に示すように、可動部材5は、略円環状の台座部7と、この台座部7に略等角度間隔に配置された3つのアーム部8a、8b、8cと、3つ

のアーム部 8 a, 8 b, 8 c に固定された 3 つの駆動力発生部 9 a, 9 b, 9 c (ステータ) を有している。台座部 7 は、略円環状をなしており、撮像部 2 を固定するための取付孔 1 1 が設けられている。台座部 7 の端面は、平面状をなしており、撮像部 2 を取り付ける取付面 7 a を構成している (図 1 参照)。また、この台座部 7 は、外周を略等角度間隔 (本例では、 120°) 毎に平面状に切り欠くことにより 3 つの固定面 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c が形成されている。3 つの固定面 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c には、3 つのアーム部 8 a, 8 b, 8 c が台座部 7 における撮像部 2 の取り付け方向と反対側に延在するように固定されている。3 つのアーム部 8 a, 8 b, 8 c における隣り合うアーム部間の間隔は、固定部材 4 の軸径よりも広く設定されている。

[0023] 3 つのアーム部 8 a ~ 8 c のうち、第 1 のアーム部 8 a に第 1 の駆動力発生部 9 a が取り付けられ、第 2 のアーム部 8 b に第 2 の駆動力発生部 9 b が取り付けられ、更に第 3 のアーム部 8 c に第 3 の駆動力発生部 9 c が取り付けられている。これら 3 つのアーム部 8 a ~ 8 c は、それぞれ同一の構成を有するものであるため、ここでは、第 1 のアーム部 8 a について説明する。

[0024] 第 1 のアーム部 8 a は、略長方形をなす平板状をなしており、角部が切り欠かれている。この第 1 のアーム部 8 a は、台座部 7 の第 1 の固定面 1 2 a に固定するための固定孔と、第 1 の駆動力発生部 9 a が取り付けられる開口孔 1 4 と、弾性部 1 5 を有している。図に表れない固定孔は、第 1 のアーム部 8 a の長手方向の一側に設けられている。この固定孔に固定ネジ 1 7 を螺合することにより、第 1 のアーム部 8 a が台座部 7 の第 1 の固定面 1 2 a に固定されている。なお、第 2 及び第 3 のアーム部 8 b, 8 c は、それぞれ台座部 7 の第 2 及び第 3 の固定面 1 2 b, 1 2 c に固定されている。

[0025] また、固定孔の反対側である長手方向の他側には、開口孔 1 4 が設けられている。この開口孔 1 4 には、後述する第 1 の駆動力発生部 9 a の固定部 2 1 が嵌合されている。なお、第 2 及び第 3 のアーム部 8 b, 8 c の開口孔 1 4 には、それぞれ第 2 及び第 3 の駆動力発生部 9 b, 9 c の固定部 2 1 が嵌

合されている。弾性部 15 は、第 1 のアーム部 8 a の長手方向の略中心に設けられている。そして、弾性部 15 は、外縁から短手方向に沿って互い違いに、かつ長手方向に所定の間隔を開けて複数切り欠くことにより形成されている。この弾性部 15 によって、駆動力発生部 9 が支持部材 3 側に付勢される。

[0026] なお、本例では、3つのアーム部 8 a ~ 8 c と台座部 7 を別部材として説明したが、これに限定されるものではなく、3つのアーム部 8 a ~ 8 c と台座部 7 を一つの部材として一体に形成してもよい。

[0027] 次に、図 4 A 及び図 4 B を参照して駆動力発生部 9 (ステータ) について説明するが、3つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c は、それぞれ同一の構成を有しているため、ここでは、第 1 の駆動力発生部 9 a について説明する。図 4 A は、駆動力発生部を示す正面図であり、図 4 B は駆動力発生部を示す断面図である。

[0028] この図 4 A 及び図 4 B に示すように、第 1 の駆動力発生部 9 a は、第 1 のアーム部 8 a の開口孔 14 に嵌合される固定部 21 と、薄い皿状をなす支持体 22 と、環状に配置された複数の接触片 23 と、振動素子である圧電素子 24 を有している。固定部 21 は、第 1 のアーム部 8 a の開口孔 14 と略等しい直径を有する略円盤状をなしている。この固定部 21 の外周から支持体 22 が連続して設けられている。支持体 22 は、薄い皿状をなしており、その外周には、円環状の平坦部 22 a を有している。この支持体 22 の円環状の平坦部 22 a には、複数の接触片 23 が形成されている。

[0029] 複数の接触片 23 は、支持体 22 の平坦部 22 a から環状に一定間隔で、かつ、同一方向に突出している。この複数の接触片 23 には、支持部材 3 の曲面状の表面に対応するように、支持部材 3 の表面曲率と同一の曲率を有するアール面 23 a が設けられている。そして、支持体 22 の平坦部 22 a における複数の接触片 23 が配設された面と反対側の面には、複数の接触片 23 を振動させる圧電素子 24 が接着剤等の固定方法によって取り付けられている。

[0030] 圧電素子 24 は、図示しないフレキシブル配線を介して図示しない圧電素子駆動電源と電氣的に接続されている。そして、この圧電素子 24 に圧電素子駆動電源から超音波領域の交流電圧が印加されると、圧電素子 24 の電歪現象によって微小振動（超音波振動）が発生する。圧電素子 24 によって発生した微小振動は、支持体 22 の平坦部 22 a を介して複数の接触片 23 に伝達される。これにより、複数の接触片 23 が振動し、接触片 23 の表面にたわみ振動や伸縮振動等の表面波振動が発生する。

[0031] なお、本例では、圧電素子 24 を接着剤により支持体 22 の平坦部 22 a に貼り付けた例を説明したが、圧電素子 24 の取り付け方法は、これに限定されるものではない。例えば、支持体 22 の平坦部 22 a に圧電皮膜を直接生成したり、圧電材料を支持体の平坦部に直接塗布したりしてもよい。これらの方法によれば、圧電素子と支持体の接着面が劣化することを防止又は抑制することができる。

[0032] 図 5 は、支持部材 3 に対する 3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c の位置関係を示す説明図である。

この図 5 に示すように、3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c は、支持部材 3 を中心に Z 軸方向（支持部材 3 の中心を通る固定部材 4 の軸方向）の回りに 120° の角度間隔で配置されている。更に、可動部材 5 を Z 軸方向の回りに回転させるために、3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c は、支持部材 3 の中心を通る X Y 平面より Z 軸方向の固定部材 4 と反対側へ傾いた位置に配置されている。

[0033] [球面アクチュエータの動作]

次に、本例の球面アクチュエータ 1 の動作について説明する。

まず、図示しない圧電素子駆動電源（後述する駆動信号生成部）から駆動力発生部の圧電素子 24 に電圧が印加すると、圧電素子 24 の電歪現象により微小振動が発生する。そして、この発生した微小振動は、複数の接触片 23 に伝達されて、複数の接触片 23 が共振する。ここで、複数の接触片 23 の表面には、たわみ振動や伸縮振動等の表面波振動が発生する。このとき、

円環状に配置された複数の接触片 2 3 の列の特定の位置に振動の腹と節が生じる。そして、圧電素子 2 4 に印加する電圧を調節することにより、複数の接触片 2 3 の列に生じた振動の腹と節の位置が、次々に移動する。その結果、複数の接触片 2 3 の列中を円周方向に進む進行波が発生する。

[0034] また、図 1 及び図 2 に示すように、複数の接触片 2 3 は、支持部材 3 の表面に接触している。そのため、複数の接触片 2 3 に生じた円周方向に進む進行波が摩擦力によって支持部材 3 に伝達される。ここで、支持部材 3 は、固定部材 4 により固定されて、回動動作ができなくなっている。そのため、3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c を有する可動部材 5 が、支持部材 3 の表面を滑るように回動する。

[0035] 図 6 は、3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c の角速度ベクトルと支持部材 3 の角速度ベクトルを示したものである。

各ベクトルの矢印の向きは、各駆動力発生部が発生させた駆動力による回動動作の回転軸の方向を表し、また各ベクトルの長さは、回動動作の角速度（回転トルク）の大きさを表している。3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c がそれぞれ角速度ベクトル $\omega_1 \sim \omega_3$ で示される回転トルクを発生し、3 つの角速度ベクトル $\omega_1 \sim \omega_3$ の合成ベクトル ω の向きを回転軸とする回転トルクが支持部材 3 に対し作用する。その結果、球面アクチュエータ 1 を構成している 3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c を有する可動部材 5 が、固定部材 4 に固定された支持部材 3 の表面を滑るように回動する。なお、合成ベクトル ω は、同一の向きと大きさであっても、角速度ベクトル $\omega_1 \sim \omega_3$ の向きと大きさの違いによって複数の組み合わせが考えられる。

[0036] 本発明においては、略球状の支持部材 3 を低速回転で精度よく制御できるようにするため、各駆動力発生部に印加する電圧（駆動信号）を 2 段階で制御（以下、「ハイブリッド制御」ともいう。）することを特徴とする。支持部材 3 がどの回転速度にあっても、支持部材 3 と駆動力発生部との摩擦力が一定でないと、球面超音波モータは精度よく回らない。そこで、まず 3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c に印加する電圧の位相を決定して支持部材 3 の回転

軸の方向を定め、次に3つの駆動力発生部9 a～9 cに印加する電圧の周波数を調整することにより当該支持部材3の回転速度を制御するようにしている。

[0037] 図7に、上記2段階の制御方法を実現するための球面アクチュエータ1の構成例を示す。

本例では、支持部材3及び3つの駆動力発生部9 a～9 cを備える可動部材5からなる球面アクチュエータを制御するための構成として、制御部3 1と、3つの駆動信号生成部3 2 a～3 2 cと、回転軸方向入力部3 3と、回転速度入力部3 4を備えている。

[0038] 制御部3 1は、例えばマイクロコンピュータにより構成され、利用者の指示等に基づいて、3つの駆動力発生部9 a～9 cのそれぞれに印加する2相（A相及びB相）の電圧の位相差及び周波数を計算する。そして、その計算結果を含む位相制御信号及び周波数制御信号を駆動信号生成部3 2 a～3 2 cに供給するものである。

[0039] 3つの駆動信号生成部3 2 a～3 2 cはそれぞれ、制御部3 1での計算結果に基づいて、対応する駆動力発生部9 a～9 cに印加する電圧（駆動信号）を生成するものである。なお、3つの駆動信号生成部3 2 a～3 2 cは、それぞれ同一の構成を有しているため、ここでは、代表して第1の駆動信号生成部3 2 aについて説明する。

[0040] 第1の駆動信号生成部3 2 aは、発振回路4 1と、位相制御回路4 2と、駆動回路4 3を備えて構成される。

発振回路4 1は、制御部3 1から入力される周波数制御信号に基づき、所定の発振周波数の交流信号である2相の駆動信号を生成し、位相制御回路4 2へ出力するものである。

[0041] 位相制御回路4 2は、いわゆる移相器であり、制御部3 1から入力される位相差情報の乗せた位相制御信号に基づいて、A相の駆動信号の位相 ϕ_{1A} 及びB相の駆動信号の位相 ϕ_{1B} を変化させて、A相とB相の位相差（ $\phi_{1A} - \phi_{1B}$ ）を制御し、駆動回路4 3へ出力するものである。

- [0042] 駆動回路 4 3 は、位相制御回路 4 2 の A 相及び B 相の駆動信号をそれぞれ増幅して第 1 の駆動力発生部 9 a に印加するものである。駆動信号が印加された第 1 の駆動力発生部 9 a では、A 相及び B 相の駆動信号の位相差と周波数に応じた表面波振動が発生する。
- [0043] なお、図 7 に示した駆動信号生成部 3 2 a ~ 3 2 c の構成は本出願人が発明したものであるが、発振回路 4 1、位相制御回路 4 2 及び駆動回路 4 3 を単体で捉えた場合、各ブロックは周知慣用の技術である。つまり、周知のブロックを組み合わせて上述した本発明の機能を満たすものであればこの図 7 の例に限られない。例えば、本例では、発振回路 4 1 において A 相及び B 相の駆動信号を生成する構成としたが、発振回路 4 1 では 1 相のみの駆動信号を生成して位相制御回路 4 2 で所定の位相差を持った 2 相の駆動信号を生成するようにしてもよい。
- [0044] 球面アクチュエータ 1 の構成の説明に戻る。
- 回転軸方向入力部 3 3 は、利用者の操作に応じた入力信号を生成して制御部 3 1 に入力するものであり、利用者はこの回転軸方向入力部 3 3 を操作することにより、撮像装置 1 0 が取り付けられた可動部材 5 の回転軸を所望の方向に設定することができる。
- [0045] また、回転速度入力部 3 4 は、利用者の操作に応じた入力信号を生成して制御部 3 1 に入力するものであり、利用者はこの回転速度入力部 3 4 を操作することにより、撮像装置 1 0 が取り付けられた可動部材 5 を所望の回転速度に調整することができる。
- [0046] これら回転軸方向入力部 3 3 及び回転速度入力部 3 4 には、例えばキースイッチやジョグダイヤル等を用いることができる。
- [0047] またさらに、撮像部 2 と表示部 3 5 が制御部 3 1 に接続されており、撮像部 2 で撮影された映像を制御部 3 1 で映像処理した後、表示部 3 5 に表示する。利用者は、表示部 3 5 に表示された映像を確認しながら回転軸方向入力部 3 3 及び回転速度入力部 3 4 を操作し、撮像部 2 の動作を制御して所望の映像を得ることができる。表示部 3 5 には、例えば液晶表示装置などを適用

することができる。

[0048] なお、球面アクチュエータ 1 に図示しない回転センサを取り付け、回転センサの出力端を制御部 3 1 に接続して、可動部材 5 の回転を検出するようにしてもよい。例えば回転センサを発光素子（図示省略）と受光素子（図示省略）とで構成し、発光素子から射出されて、例えば可動部材 5 の上面に貼付された円環状の反射シール（図示省略）に反射した光が受光素子で受光されるように配置して、回転センサで可動部材 5 の回転速度に応じた周期のパルス信号を検出する。

[0049] また、図 7 に示した各ブロック間の駆動信号の通信手段としては、USB (Universal Serial Bus) やシリアルバスなど、種々の通信手段を用いることができる。さらに、回転軸方向入力部 3 3、回転速度入力部 3 4、制御部 3 1、並びに 3 つの駆動信号生成部 3 2 a ~ 3 2 c の間の通信は、無線により行う構成としてもよい。

[0050] また、駆動力発生部 9 の実際の振動を振動検出器（図示略）で検出し、検出した振動を示す信号と A 相又は B 相の駆動信号との位相差を計測するようにしてもよい。このようにした場合、位相差が所望の値となるように駆動信号の位相差（周波数は固定）、周波数（位相差は固定）を制御することで球面アクチュエータ 1 をより安定に制御することができる。

[0051] さらに、制御部 3 1 は、撮像部 2 が撮像した映像、回転センサが得た情報、並びに駆動信号と実際の振動の比較情報などを利用して、球面アクチュエータ 1 の回転軸の現在位置及び／又は回転速度を自動的に検出するようにしてもよい。この場合、制御部 3 1 が目標の回転軸の方向や回転速度を実現するための位相制御信号及び周波数制御信号を生成し、位相制御回路 4 2 及び発振回路 4 1 にそれぞれ入力する。

[0052] 次に、図 7 の球面アクチュエータ 1 による制御方法の具体例を、図 8 のフローチャートを参照して説明する。

まず、ステップ S 1 において、制御部 3 1 は、利用者から可動部材 5 に取り付けられた撮像装置 1 0 の回転軸の方向を指示されたかどうか、すなわち

回転軸方向入力部 33 から入力信号が入力されたか否かを判定する。この処理が終了後、ステップ S2 へ進む。

[0053] ステップ S2 において、上記ステップ S1 の判定処理で回転軸の方向が指示されたと判定された場合、制御部 31 は、指示された回転軸の方向に応じて可動部材 5 の 3 つの駆動力発生部 9a ~ 9c へ供給する A 相及び B 相の駆動信号の位相差を決定する。そして、その位相差の情報を位相制御信号に乗せて 3 つの駆動信号生成部 32a ~ 32c のそれぞれの位相制御回路 42 へ供給する。この処理が終了後、ステップ S3 へ進む。

[0054] なお、上記位相差を決定する際、支持部材 3 の回転速度は無視して回転軸の生成のみに注目する。すなわち、例えば駆動力発生部 9a, 9b, 9c に対する 2 相の印加電圧の位相差を 10° 、 20° 、 30° ではなく、例えば 30° 、 60° 、 90° のように設定する。その理由は、既述したとおり、2 相の駆動信号の位相差が小さい（例えば 20° 以下）と、回転軸の方向を定めるのが困難だからである。そのため、3 つの駆動力発生部 9a, 9b, 9c のうちいずれか一つを大きな進行波を得られる例えば 60° 以上の位相差とする。このように、大きな位相差を用いることにより支持部材 3 の回転軸を安定して生成することができる。また、3 つの駆動力発生部 9a, 9b, 9c において進行波成分の大きな表面波振動が発生するので、印加電圧を効率よく回転運動に変換できる。

[0055] ステップ S3 において、3 つの駆動信号生成部 32a ~ 32c の各位相制御回路 42 は、制御部 31 から入力されたそれぞれの位相制御信号に基づき、発振回路 41 から出力された A 相及び B 相の駆動信号の位相差を、初期値から変更後の値に変更する。このとき、周波数は一定である。そして、位相差が変更された A 相と B 相の駆動信号がそれぞれの駆動回路 43 へ出力される。位相制御回路 42 から出力された位相差が変更された A 相と B 相の駆動信号が各駆動回路 43 で増幅され、それぞれ対応する駆動力発生部 9a ~ 9c に供給される。各駆動回路 43 からの駆動信号が印加された 3 つの駆動力発生部 9a ~ 9c では、A 相及び B 相の駆動信号の変更後の位相差に基づい

て表面波振動を発生し、支持部材 3 に表面波振動に応じた回転軸が生成（移動）される。この処理が終了後、ステップ S 4 へ進む。

[0056] 一方、ステップ S 4 において、制御部 3 1 は、利用者から可動部材 5 に取り付けられた撮像装置 1 0 の回転速度を指示されたかどうか、すなわち回転速度入力部 3 4 から入力信号が入力されたか否かを判定する。この判定結果に応じて、ステップ S 5 又はステップ S 6 へ進む。

[0057] ステップ S 5 において、上記ステップ S 4 の判定処理で回転速度が指示されたと判定された場合、制御部 3 1 は、指示された回転速度に応じて可動部材 5 の 3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c へ供給する A 相及び B 相の駆動信号の周波数を決定する。この処理が終了後、ステップ S 7 へ進む。

[0058] 一方、ステップ S 6 において、上記ステップ S 4 の判定処理で回転速度が指示されていないと判定された場合、制御部 3 1 は、3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c へ供給する A 相及び B 相の駆動信号の周波数を予め登録しておいた初期値に設定する。周波数の初期値の保存場所は、例えば制御部 3 1（マイクロコンピュータ）の内部メモリなどの不揮発性の記憶手段などである。この処理が終了後、ステップ S 7 へ進む。

[0059] そして、ステップ S 7 において、上記各ステップで決定した周波数の情報を周波数制御信号に乗せて 3 つの駆動信号生成部 3 2 a ~ 3 2 c のそれぞれの発振回路 4 1 へ供給する。このとき、位相差は一定である。この処理が終了後、ステップ S 8 へ進む。

[0060] ステップ S 8 において、3 つの駆動信号生成部 3 2 a ~ 3 2 c の各発振回路 4 1 は、制御部 3 1 から入力されたそれぞれの周波数制御信号に基づき、所定周波数の A 相及び B 相の駆動信号を生成し、その A 相と B 相の駆動信号をそれぞれの位相制御回路 4 2 へ出力する。そして、各位相制御回路 4 2 で A 相及び B 相の駆動信号の位相差が適切な値に制御された後、各駆動回路 4 3 へ供給され、所定の増幅処理が行われて 3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c のそれぞれに供給される。3 つの駆動力発生部 9 a ~ 9 c では、A 相及び B 相の駆動信号の変更後の周波数に基づいて表面波振動を発生し、固定された支

持部材 3 に対して回動可能な可動部材 5 が表面波振動に応じた回動動作をする。この処理が終了後、一連の処理を終了する。また、再度、可動部材 5 に対する回動動作の指示がなされた場合、ステップ S 1～ステップ S 8 の処理を繰り返す。

[0061] なお、上記ステップ S 8 において可動部材 5 を目標の回転速度へ調整するために重要な点は、各駆動力発生部 9 a～9 c に印加する駆動信号の周波数を同時にかつ一様に変化させることである。すなわち、3 つの駆動力発生部 9 a～9 c の共振周波数が例えば 30 kHz であれば、周波数を一斉に 30.5 kHz、あるいは 31 kHz といったように変化させる。このように 3 つの駆動力発生部 9 a～9 c に印加する駆動信号の周波数を全て同様に変化させることで、3 つの駆動力発生部 9 a～9 c の出力の比は変化しないで、大きさのみが変化する。

[0062] 図 9 は、図 6 に示した第 1 の駆動力発生部 9 a、第 2 の駆動力発生部 9 b 及び第 3 の駆動力発生部 9 c に与える駆動信号の周波数を当初の半分に変更した例を示している。第 1 の駆動力発生部 9 a による角速度ベクトル ω_1 、第 2 の駆動力発生部 9 b による角速度ベクトル ω_2 、第 3 の駆動力発生部 9 c による角速度ベクトル ω_3 が、それぞれ半分の大きさの角速度ベクトル ω_1' 、 ω_2' 、 ω_3' に変化し、結果として合成ベクトル $\omega (= \omega_1' + \omega_2' + \omega_3')$ の向きはそのまま、その大きさが半分に変化している。このように、可動部材 5 の回転軸の方向（合成ベクトル）を変化させることなく回転速度を制御するためには、各駆動力発生部に与える駆動信号の周波数を同時にかつ一様に変化させることが肝要である。

[0063] 本実施の形態に係る球面アクチュエータ 1 のように、略球状の支持部材 3 を位相差と周波数の 2 段階で制御することにより、固定された支持部材 3 に対して回動する可動部材 5 の回転軸も安定し、回転速度も滑らかに変化させることができる。つまり、低速回転でも、支持部材 3 の周囲を回動する可動部材 5 の回転軸の方向が正確に確保され、回転制御の精度が向上し、可動部材 5 を意図した方向に駆動できる。最初から周波数のみの変化で精度の高い

回転軸の生成と回転速度の制御を実現しようとしても不安定である。位相差と周波数の2つの制御パラメータを使って初めて精度よく制御することができる。

[0064] 図10は、位相差及び周波数により球面アクチュエータをY軸方向へ回転する場合における、共振周波数からの変位（ずれ量）[kHz]と回転速度[rpm]及び角度誤差[deg]との関係を示したグラフの一例である。

ここでは、第1の駆動力発生部9aに印加する2相の駆動信号の初期入力の位相差を0deg、第2の駆動力発生部9bに印加する2相の駆動信号の位相差を+60deg、第3の駆動力発生部9cに印加する2相の駆動信号の位相差を-60degとして固定する。そして、3つの駆動力発生部9a~9cに印加する駆動信号の周波数を全て、共振周波数から同様にずらしていきデータを取得している。

[0065] 図10に示すように、印加する2相の駆動信号の周波数を共振周波数からプラス側に所定周波数ずつ段階的に増加させると、周波数の増加に伴って回転速度が減少する。この例では、2[rpm]という超低速で駆動可能であり、このときの角度誤差は4[deg]以内で推移しほとんど変化しておらず、位相差のみの場合（図11参照）と比較するとその違いが歴然としている。本例から理解されるように、本発明の2段階制御によれば、低速回転で意図した方向に回転軸を移動させることができる。

[0066] なお、2相の駆動信号の周波数が共振周波数の近傍、特にマイナス側にある場合、駆動力発生部を構成する圧電素子の特性により回転速度が急速に落ち込んでいるとともに、角度誤差の変動が大きい。このことから、回転速度を変化させる場合には、共振周波数のプラス側の周波数帯を利用するのが望ましいと考えられる。なお、本例では、共振周波数のプラス側に、当該共振周波数上の測定点を含め9つの測定点が存在するが、周波数帯を所定数に分けて、例えば「高速」、「中速」、「低速」のように3段階で回転速度を調整できるようにしてもよい。

[0067] 上述した制御部31で行われる一連の処理は、ハードウェアにより実行さ

せることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。また、これらの処理を実行する機能はハードウェアとソフトウェアの組み合わせによっても実現できることは言うまでもない。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のコンピュータなどに、プログラム記録媒体からインストールされる。

[0068] また、本明細書において、プログラム記録媒体に格納されるプログラムを記述する処理ステップ（図8参照）は、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）をも含むものである。

[0069] また、プログラムは、一つのコンピュータにより処理されるものであってもよいし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであってもよい。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであってもよい。

[0070] さらに、本発明は上述しかつ図面に示した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変形実施が可能である。

[0071] 例えば、上述した実施の形態例では、2相の駆動信号の位相制御後に周波数制御を行い、周波数および位相差が調整された2相の駆動信号を3つの駆動力発生部へ供給するようにしたが、この逆でもよい。すなわち、2相の駆動信号の周波数制御後に位相制御を行い、周波数および位相差が調整された2相の駆動信号を3つの駆動力発生部へ供給するようにしてもよい。

[0072] また、上述した実施の形態例では、略球状の支持部材3（ロータ）を中心に、駆動力発生部9a, 9b, 9c（ステータ）が取り付けられた可動部材5が多方向回りに回動する構成を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、略球状のロータの表面に接触してロータを回動自在に支持する

複数のステータから構成され、被回動部材が取り付けられたロータが多方向に回転することにより被回動部材を多方向に回転させる構成にも適用できる。すなわち、ロータとステータのうち、いずれを固定し他方を回転させるかは相対的なものであり、複数のステータが略球状のロータに駆動力を与える構成は同じであるから、本発明は、曲面部を有するロータとこれの表面に接触する複数のステータを持つ全ての球面超音波モータに適用可能である。

[0073] また、上記した実施の形態例では、ステータとして駆動力発生部を3つ用いた例を説明したが、これに限定されるものではなく、ステータを4つ以上設けてもよい。

[0074] また、上述した実施の形態例では、被回動部材として撮像装置の撮像部を用いた例を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、略球状のロータに被回動部材としてレーザ装置を装着し、一定の低速度で患部を照射する医療ロボットへの適用が考えられる。また、半導体製造装置のように精密位置決め（低速回転）を必要とする装置への適用が考えられる。このように、本発明の球面アクチュエータ（球面アクチュエータの制御方法）は、その他各種の回転動作を行う装置に適用できるものである。

符号の説明

[0075] 1…球面アクチュエータ、2…撮像部（被回動部材）、3…支持部材、4…固定部材、5…可動部材、7…台座部、7a…取付面、8a, 8b, 8c…アーム部、9a, 9b, 9c…駆動力発生部、10…撮像装置、14…開口孔、15…弾性部、21…固定部、22…支持体、23…接触片、24…圧電素子（振動素子）、31…制御部、32a, 32b, 32c…駆動信号生成部、33…回転軸方向入力部、34…回転速度入力部、41…発振回路、42…位相制御回路、43…駆動回路

請求の範囲

[請求項1]

曲面部を有するロータと、

所定の間隔を開けて配置されて前記ロータの表面に接触し、2相の駆動信号が供給されて超音波振動を発生する複数のステータと、

前記複数のステータに対応して設けられ、入力された周波数制御信号に基づいて、所定周波数の2相の駆動信号を生成する複数の発振部と、

前記複数のステータに対応して設けられ、入力された位相制御信号に基づいて、前記発振部から発振された前記2相の駆動信号の位相差を調整する複数の位相制御部と、

前記2相の駆動信号の周波数を目標の周波数にするための周波数制御信号を前記発振部へ出力し、また前記2相の駆動信号の位相差を目標の位相差にするための位相制御信号を前記位相制御部に出力して位相差の調整を行わせる制御部と、

を備え、

前記複数のステータの各々は、前記複数の位相制御部から供給される、周波数および位相差が調整された前記2相の駆動信号を受けて同時に超音波振動を発生する

球面超音波モータ。

[請求項2]

前記制御部は、前記2相の駆動信号が供給された前記複数のステータの各々で発生する超音波振動による角速度ベクトルの大きさの比が変更の前後で一定であるように、前記目標の周波数を決定する

請求項1に記載の球面超音波モータ。

[請求項3]

前記制御部は、前記複数のステータのうち少なくとも一つに供給する2相の駆動信号の位相差を 90° に設定する

請求項1乃至2に記載の球面超音波モータ。

[請求項4]

前記ロータの回転軸の方向を指示するための回転軸方向入力部と、

前記ロータの回転速度を指示するための回転速度入力部と、更に備

え、

前記制御部は、前記回転軸方向入力部から指示された前記ロータの回転軸の方向に基づく位相制御信号を前記複数の位相制御部へ出力し、また前記回転速度入力部から指示された前記ロータの回転速度の方向に基づく周波数制御信号を前記複数の発振部へ出力する

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の球面超音波モータ。

[請求項5] 前記ステータは 3 つである

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の球面超音波モータ。

[請求項6] 前記ロータは、略球状に形成されている

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の球面超音波モータ。

[請求項7] 球面超音波モータが備えるロータの目標の回転軸の方向に応じて、前記球面超音波モータが備える制御部が、前記ロータの表面に接触する複数のステータごとに供給すべき 2 相の駆動信号の位相差を決定して位相制御信号を生成する第 1 ステップと、

前記ロータの目標の回転速度に応じて、前記制御部が、前記複数のステータごとに供給すべき 2 相の駆動信号の周波数を決定して周波数制御信号を生成する第 2 ステップと、

第 2 ステップで生成された周波数制御信号を、前記複数のステータに対応して設けられ前記 2 相の駆動信号を生成している複数の発振部に入力し、各発振部において当該 2 相の駆動信号の周波数を調整して出力する第 3 ステップと、

第 1 ステップで生成された位相制御信号を、前記複数のステータに対応して設けられている複数の位相制御部に入力し、各位相制御部において対応する発振部から出力された 2 相の駆動信号の位相差を調整して出力する第 4 ステップと、

前記複数のステータの各々が、周波数および位相差が調整された前記 2 相の駆動信号を受けて同時に超音波振動を発生する第 5 ステップと、

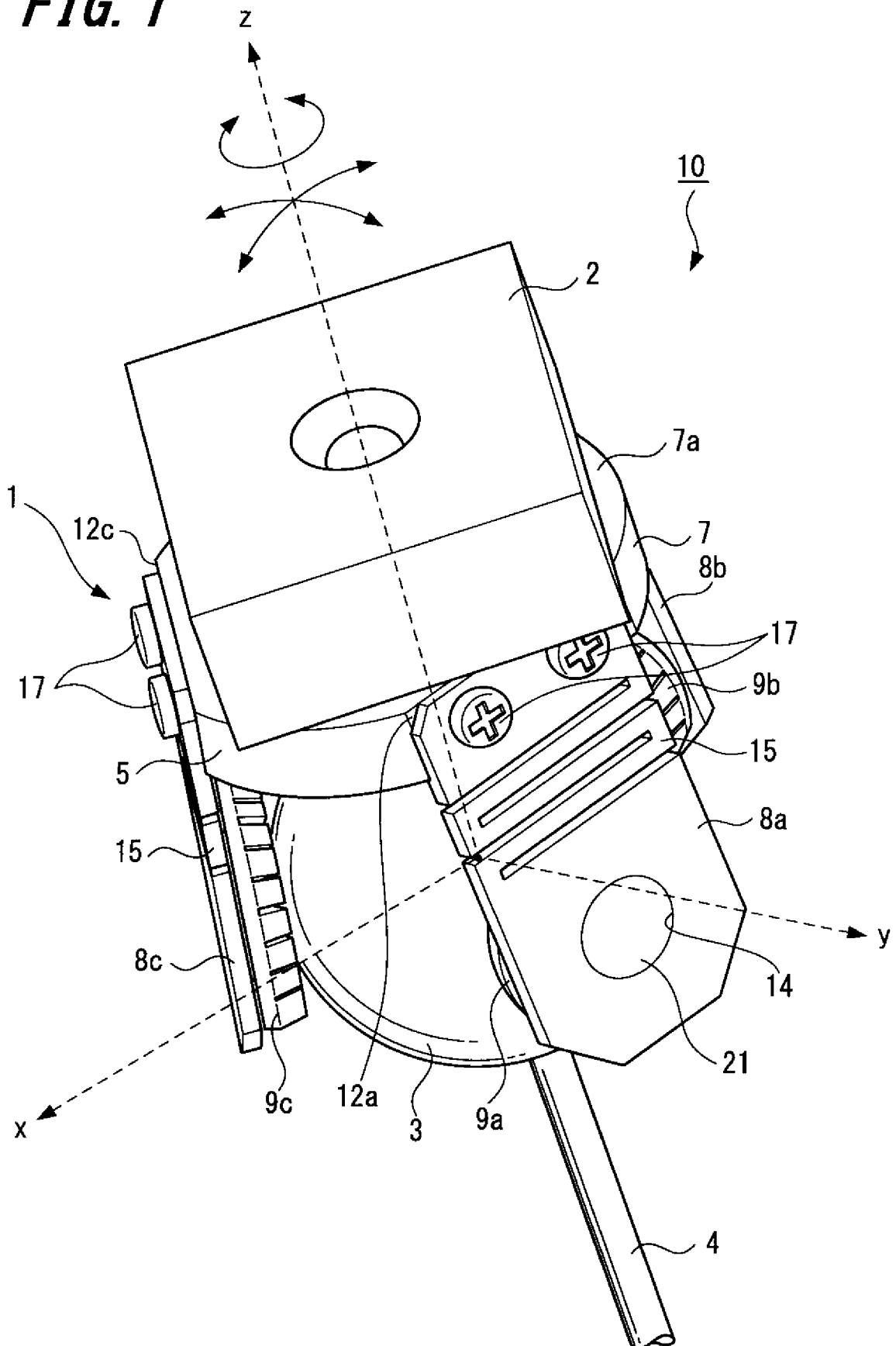
を含む球面超音波モータの制御方法。

[請求項8]

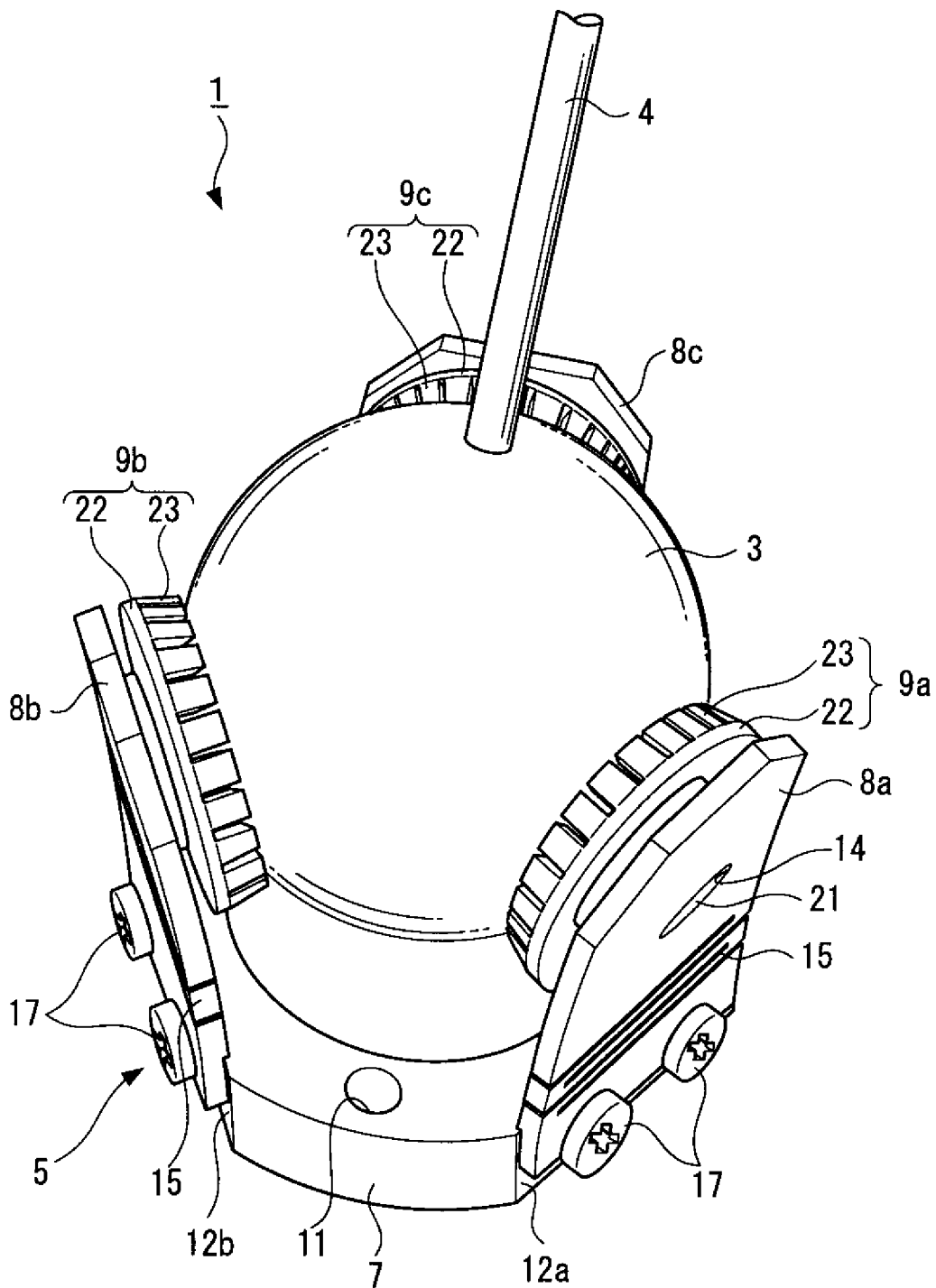
第2ステップにおいて、前記2相の駆動信号が供給された前記複数のステータの各々で発生する超音波振動による角速度ベクトルの大きさの比が変更の前後で一定であるように、前記目標の周波数を決定する

請求項7に記載の球面超音波モータの制御方法。

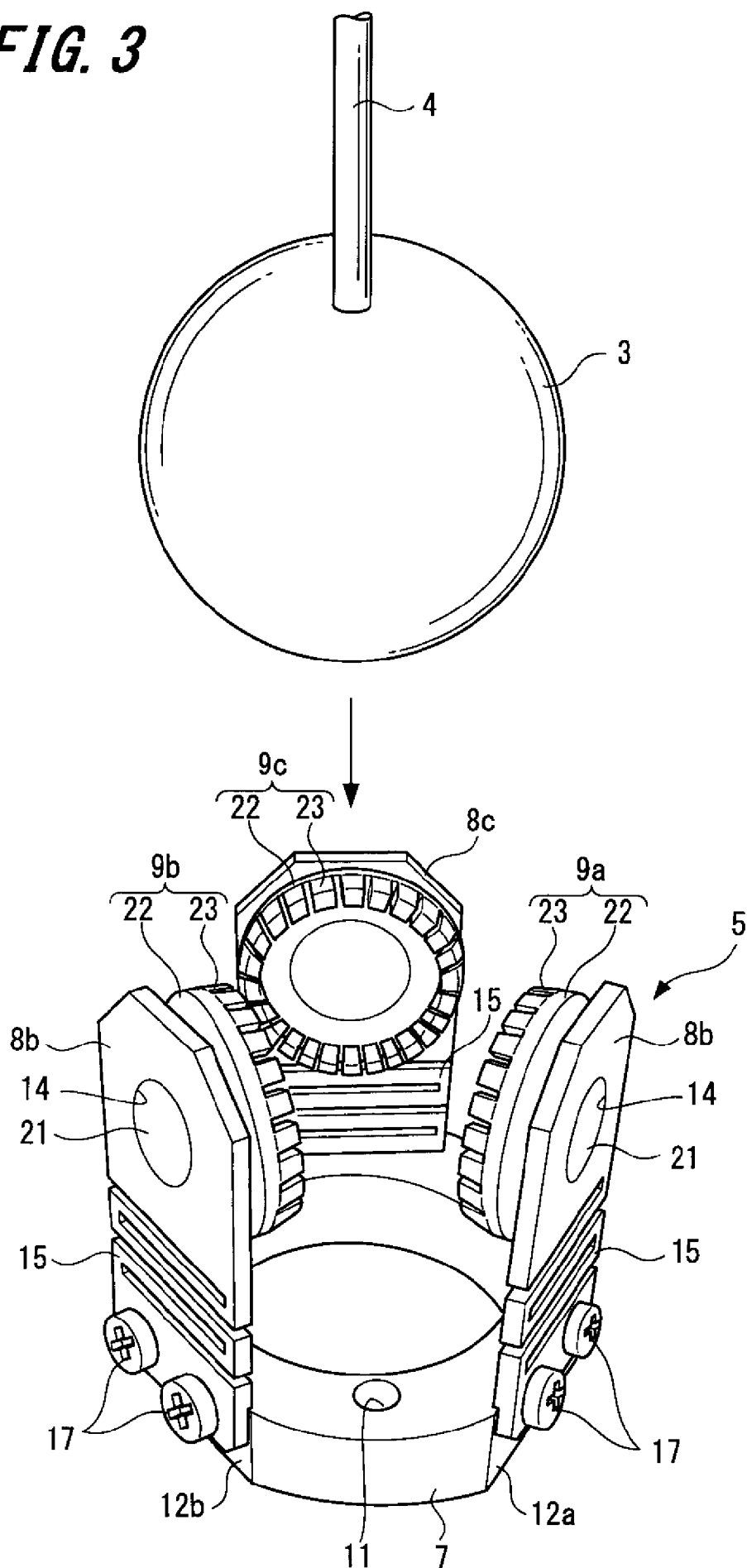
[図1]

FIG. 1

[図2]

FIG. 2

[図3]

FIG. 3

[図4]

FIG. 4B

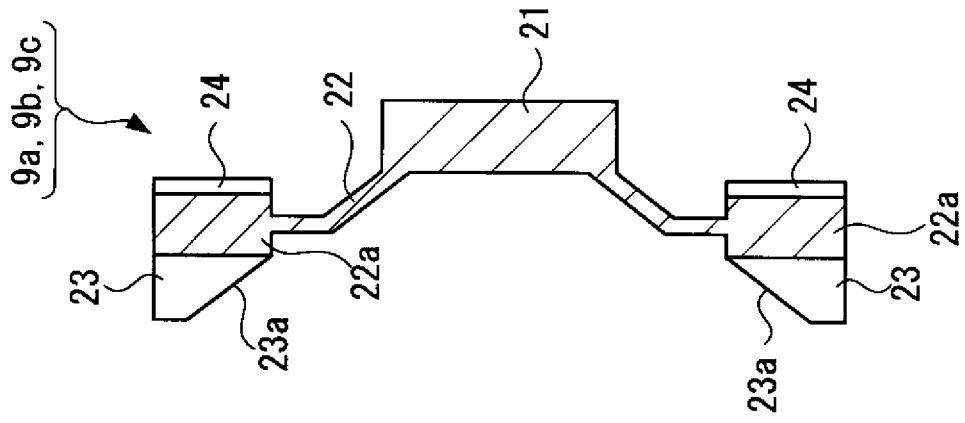
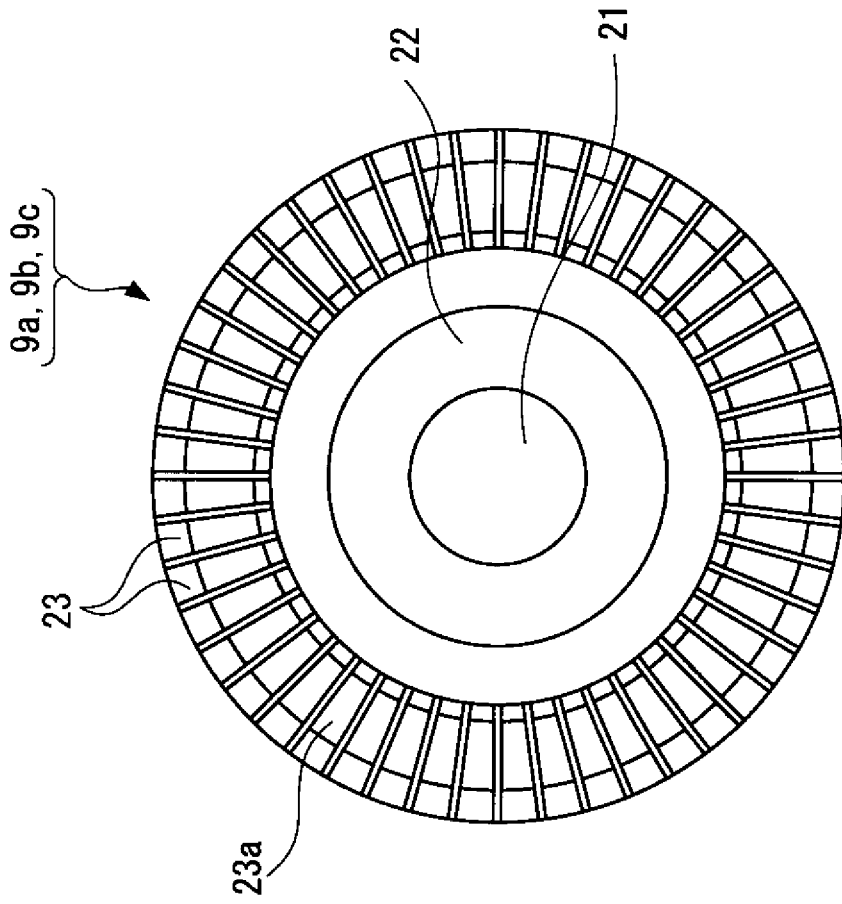
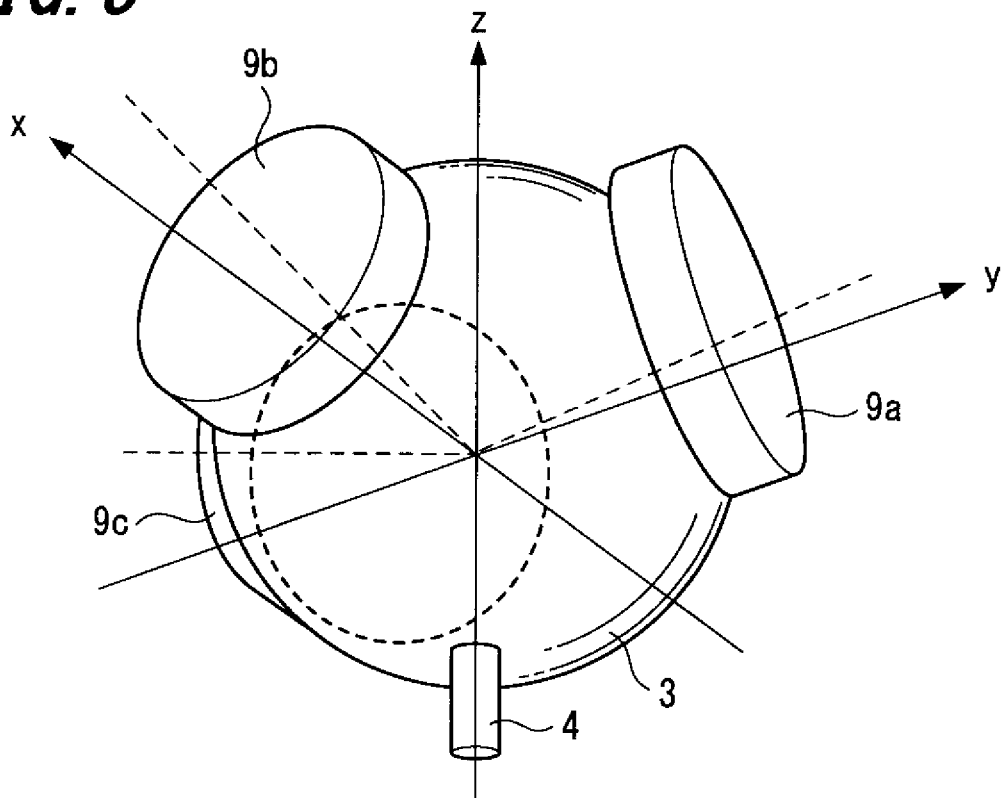


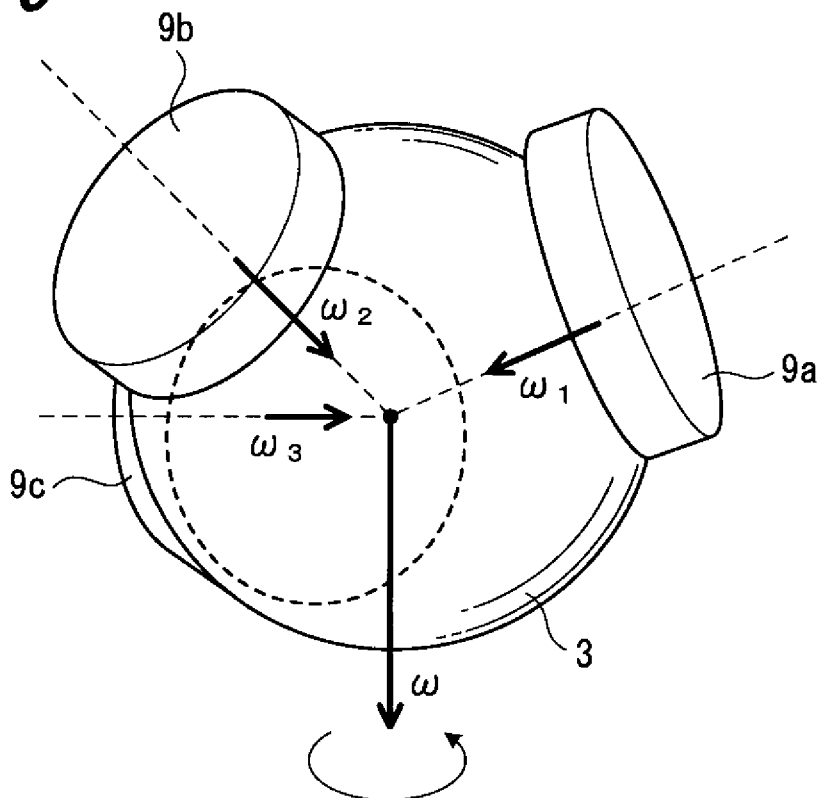
FIG. 4A



[図5]

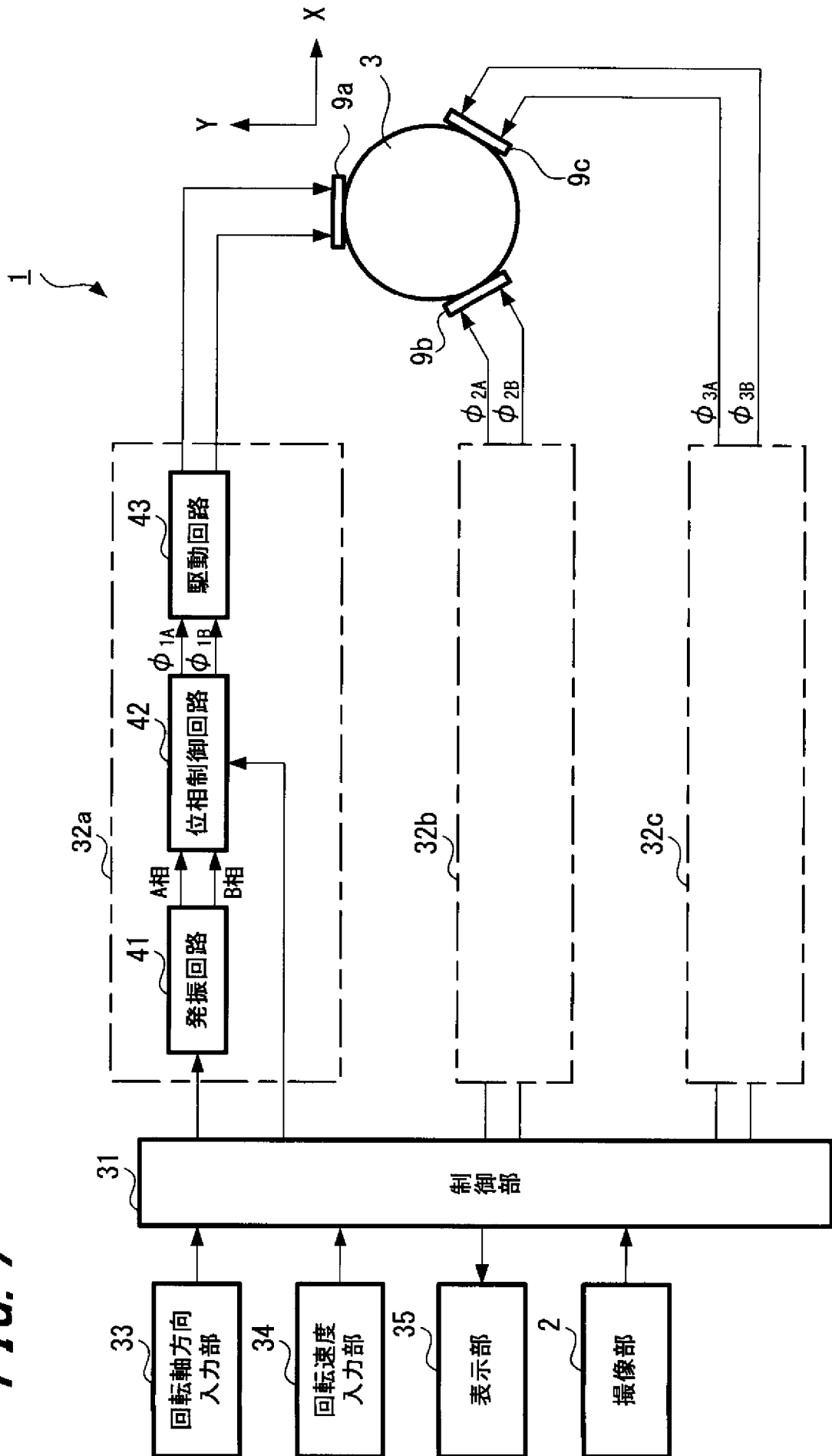
FIG. 5

[図6]

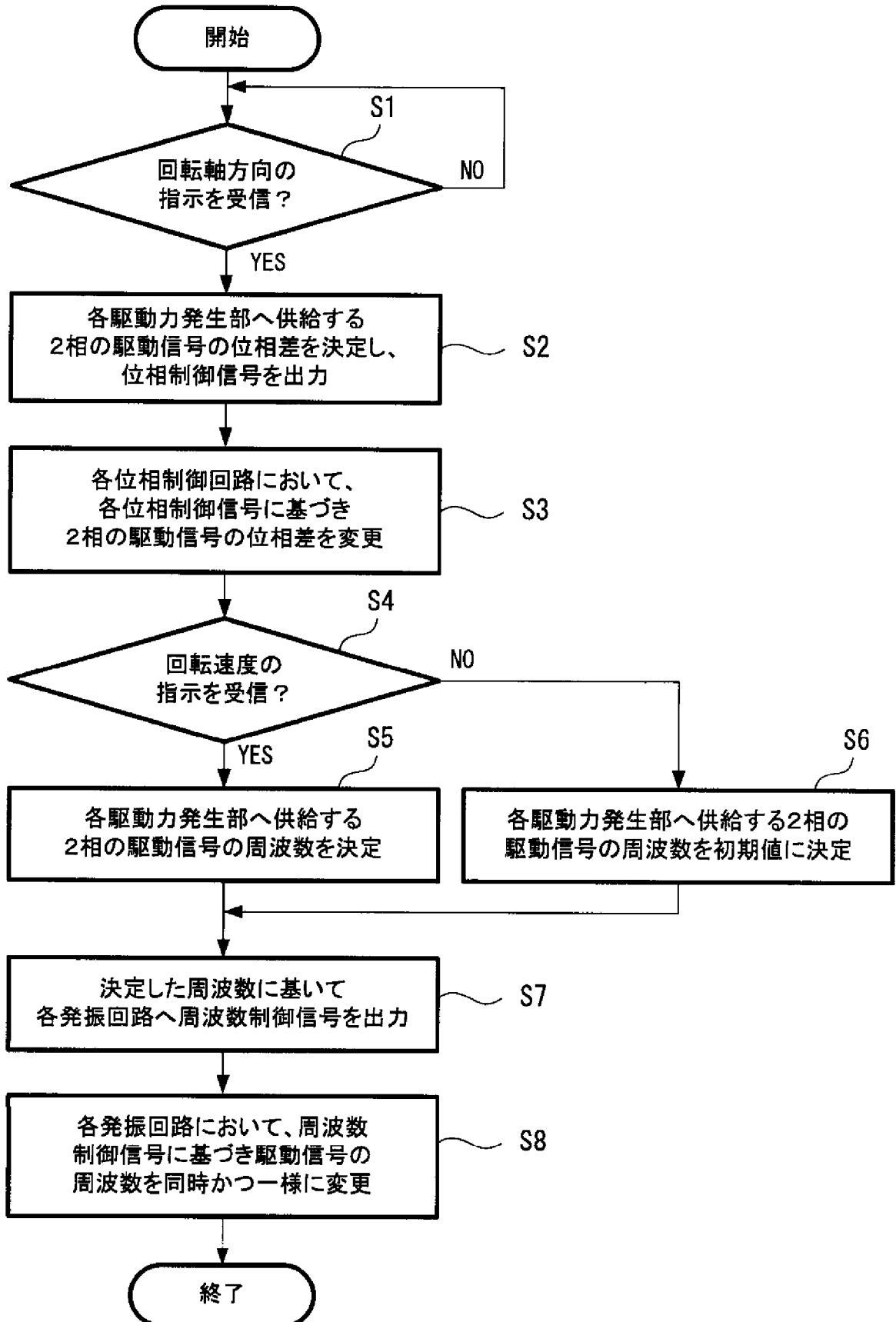
FIG. 6

[図7]

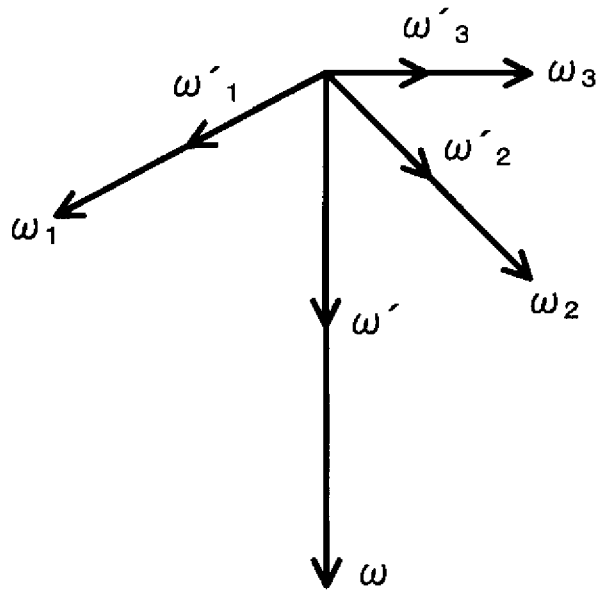
FIG. 7



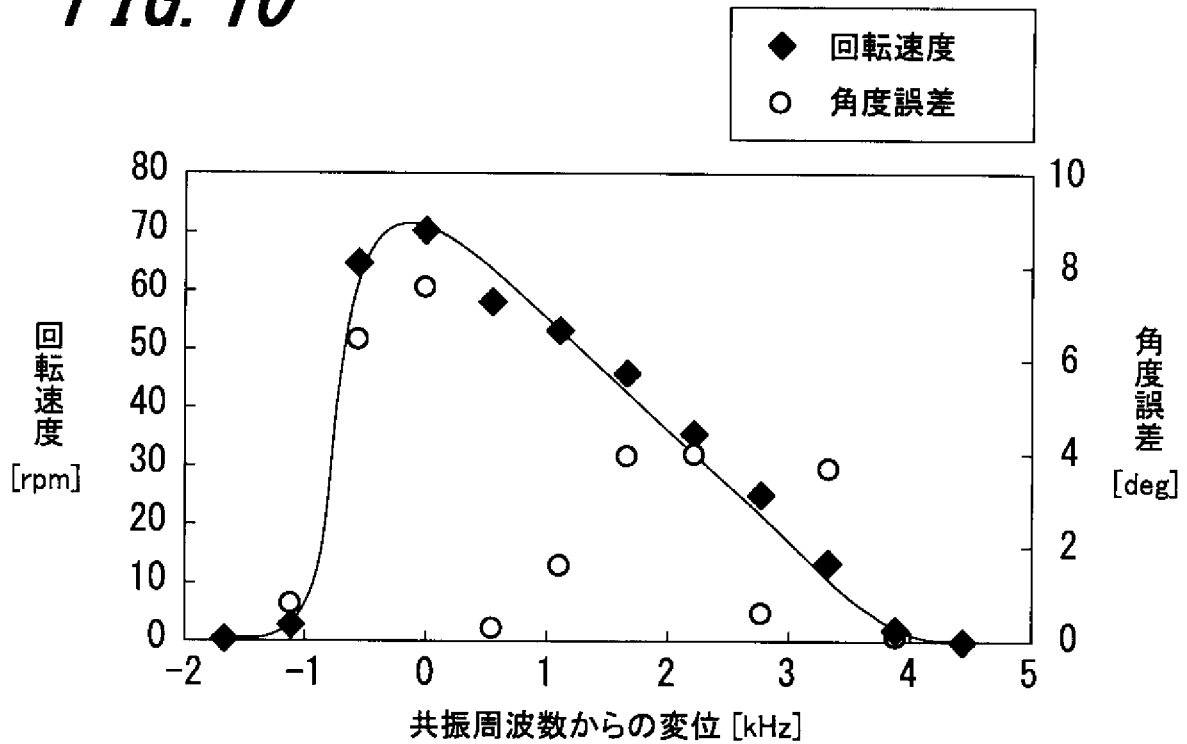
[図8]

FIG. 8

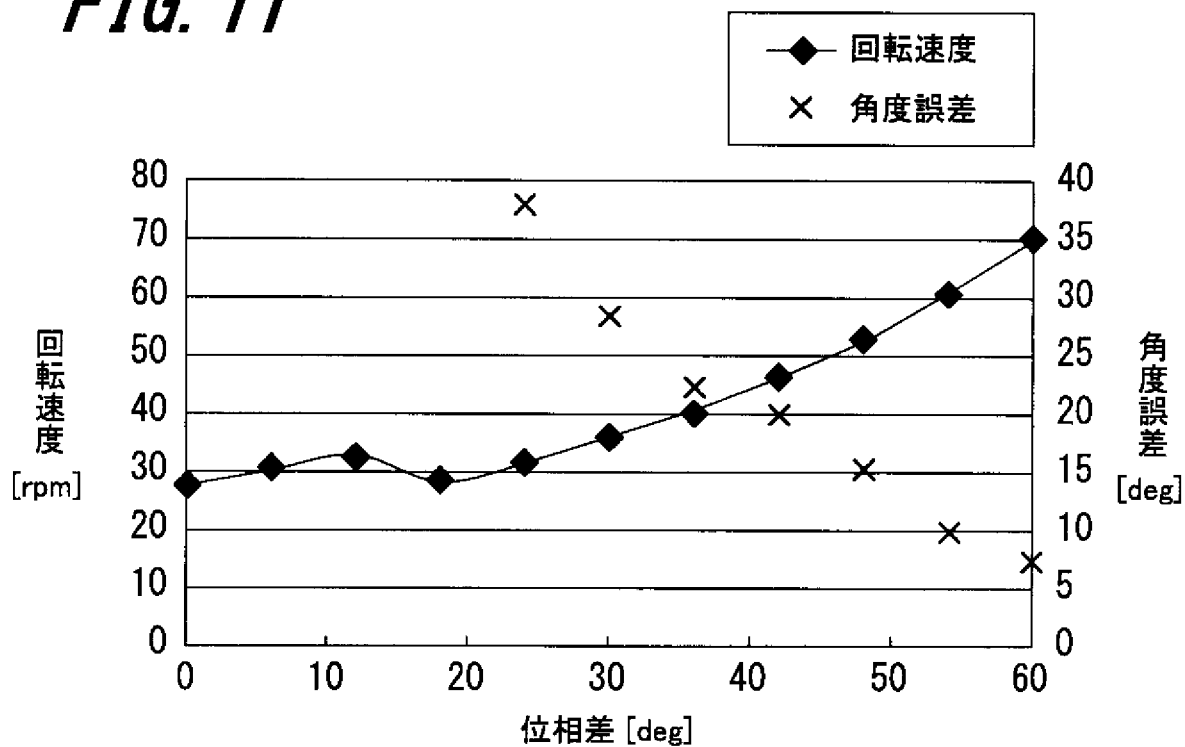
[図9]

FIG. 9

[図10]

FIG. 10

[図11]

FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/054049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02N2/00 (2006.01) i		
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) 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 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-262279 A (Omron Corp.), 24 September 1999 (24.09.1999), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 2002-199749 A (Asmo Co., Ltd.), 12 July 2002 (12.07.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
Y	JP 9-285154 A (Nikon Corp.), 31 October 1997 (31.10.1997), entire text; all drawings (Family: none)	4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 26 May, 2010 (26.05.10)		Date of mailing of the international search report 08 June, 2010 (08.06.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H02N2/00(2006.01)i		
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. 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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010年		
国際調査で使用した電子データベース (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 請求項の番号
Y	JP 11-262279 A (オムロン株式会社) 1999.09.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2002-199749 A (アスモ株式会社) 2002.07.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 9-285154 A (株式会社ニコン) 1997.10.31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的技術水準を示すもの 「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日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 26.05.2010	国際調査報告の発送日 08.06.2010	
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) 大山 広人 電話番号 03-3581-1101 内線 3358	3V 3026