(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
2011 年 12 月 8 日(08.12.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/152191 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/061143

(22) 国際出願日: 2011 年 5 月 16 日(16.05.2011)

(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 2010-126421 2010 年 6 月 2 日(02.06.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 船井電機株式会社(Funai Electric Co., Ltd.) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７丁目７番１号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久後 耕一(KUGO, Kouichi) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７丁目７番１号 船井電機株式会社内 Osaka (JP). 宮武 賢勝(MIYATAKE, Kenshou) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７丁目７番１号 船井電機株式会社内 Osaka (JP). 坪田浩乃(TSUBOTA, Hirono) [JP/JP]; 〒5740013 大阪府大東市中垣内７丁目７番１号 船井電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 宮園 博一(MIYAZONO, Hirokazu); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島５丁目１３番９号 新大阪ＭＴビル１号館 Osaka (JP).

(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, 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, LR, 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

[続葉有]

(54) **Title**: DRIVE APPARATUS FOR ULTRASONIC MOTOR, AND ULTRASONIC MOTOR UNIT

(54) 発明の名称 : 超音波モータの駆動装置および超音波モータユニット

[図2]

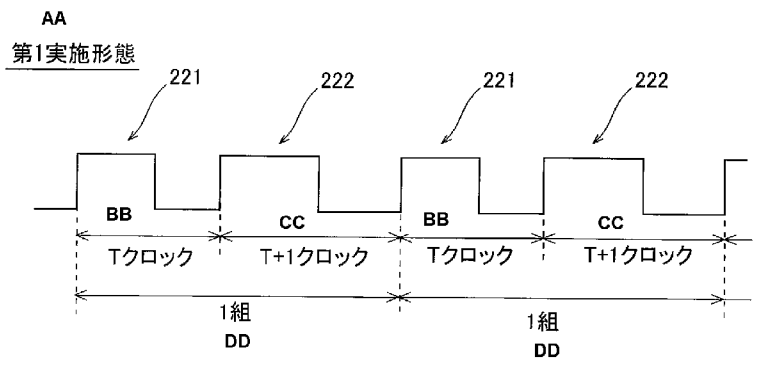


FIG. 2:
AA FIRST EMBODIMENT
BB T CLOCK
CC T+1 CLOCK
DD 1 SET

(57) **Abstract**: Disclosed is a drive apparatus for an ultrasonic motor, wherein the cycle of a driving waveform generated by a driving waveform generating unit can be finely adjusted. The drive apparatus (2) for an ultrasonic motor (1) is provided with driving waveform generating units (22, 23a, 23b, 24a, and 24b) for generating signals for driving piezoelectric elements of an ultrasonic motor, including piezoelectric elements (11a, 11b, 11c, and 11d), and the driving waveform generating units are composed so as to be capable of generating driving waveforms including a plurality of driving waveforms (221 and 222) having different cycles.

(57) 要約: 駆動波形生成部が生成する駆動波形の周期を詳細に調整することが可能な超音波モータの駆動装置を提供する。この超音波モータ（１）の駆動装置（２）は、圧電素子（１１ａ、１１ｂ、１１ｃおよび１１ｄ）を含む超音波モータの圧電素子を駆動する信号を生成する駆動波形生成部（２２、２３ａ、２３ｂ、２４ａおよび２４ｂ）を備え、駆動波形生成部は、周期の異なる複数の駆動波形（２２１および２２２）を含む駆動波形を生成可能に構成されている。

WO 2011/152191 A1

(AL, 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, RS, 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)）

明　細　書

発明の名称 ：

超音波モータの駆動装置および超音波モータユニット

技術分野

[0001] この発明は、超音波モータの駆動装置および超音波モータユニットに関し、特に、駆動波形生成部を備える超音波モータの駆動装置および超音波モータユニットに関する。

背景技術

[0002] 従来、駆動波形生成部を備える超音波モータの駆動装置が知られている。このような超音波モータの駆動装置は、たとえば、特開２００８－３０１５６３号公報に開示されている。

[0003] 特開２００８－３０１５６３号公報に記載の超音波モータの駆動装置では、矩形波発生回路（駆動波形生成部）により生成された矩形波形（電圧）が、ローパスフィルタ、増幅器などを介して超音波モータに印加されるように構成されている。また、矩形波発生回路は、制御部からの指示によって、所望の周期を有する矩形波を生成するように構成されている。なお、矩形波発生回路が生成する矩形波の周期の調整は、制御部のクロックの１クロックの期間を単位として調整されていると考えられる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００８－３０１５６３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特開２００８－３０１５６３号公報に記載の超音波モータでは、矩形波発生回路が生成する矩形波の周期の調整は、制御部の１クロックの期間を単位として調整されていると考えられるため、１クロックより短い時間間隔での矩形波の周期の調整が困難であるという問題点がある。

[0006] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の１つの目的は、駆動波形生成部が生成する駆動波形の周期を詳細に調整することが可能な超音波モータの駆動装置および超音波モータユニットを提供することである。

課題を解決するための手段および発明の効果

[0007] この発明の第１の局面による超音波モータの駆動装置は、圧電素子を含む超音波モータの圧電素子を駆動する信号を生成する駆動波形生成部を備え、駆動波形生成部は、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形を生成可能に構成されている。

[0008] この第１の局面による超音波モータの駆動装置では、上記のように、駆動波形生成部を、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形を生成可能に構成することによって、周期の異なる複数の駆動波形からなる駆動波形を１組の駆動波形とした場合、駆動波形の平均の周期は、複数の駆動波形の平均値と考えることができる。これにより、制御部が調整可能な周期の最小値（たとえば１クロック）よりも小さい間隔で駆動波形の周期を調整することができる。その結果、駆動波形生成部が生成する駆動波形の周期を詳細に調整することができる。なお、駆動波形生成部が生成可能な駆動波形の周期は、制御部のクロックの周期を小さくする（周波数を大きくする）ことにより、詳細に調整することが可能である一方、高速に動作させる回路が必要となる分、コストが上昇する。一方、上記のように、駆動波形生成部を、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形を生成可能に構成することによって、低速で動作する回路により駆動波形生成部が生成する駆動波形の周期を詳細に調整することができるので、装置のコストの上昇を抑制することができる。

[0009] 上記第１の局面による超音波モータの駆動装置において、好ましくは、駆動波形生成部は、周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている。このように構成すれば、周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形が繰り返し生成されるので、周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形によって、超音波モータの圧電素子を

連続的に駆動することができる。

[0010] この場合、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形と第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形とを含み、駆動波形生成部は、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている。このように構成すれば、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした場合の駆動波形の平均の周期は、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との平均値になる。これにより、制御部が、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間の周期を有する駆動波形を生成するように制御できない場合でも、擬似的に第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との中間（平均値）の周期によって超音波モータの圧電素子を駆動することができる。

[0011] 上記駆動波形生成部が１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成する超音波モータの駆動装置において、好ましくは、駆動波形生成部は、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを交互に生成することにより、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成するように構成されている。このように構成すれば、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを順不同に生成する場合と異なり、駆動波形生成部が駆動波形を生成する動作を容易にすることができる。

[0012] 上記周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている超音波モータの駆動装置において、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形と第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形とを含み、駆動波形生成部は、１つまたは複数の第２の駆動波形と、１つまたは複数の第１の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている。このように構成すれば、たとえば複数の第２の駆動波形と１つの第１の駆動波形とを１組とした場合の駆動波形の平均の周期は、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間でかつ第２の駆動波形の周期寄りの周期になる。これにより、制御部が、第１の駆

動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間の周期を有する駆動波形を生成するように制御できない場合でも、擬似的に第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間の平均値以外の周期にも微調整することができる。その結果、より細かく調整された周期によって超音波モータの圧電素子を駆動することができる。

[0013] この場合、好ましくは、駆動波形生成部は、１つまたは複数の第１の駆動波形と、１つまたは複数の第２の駆動波形とを交互に生成することにより、１つまたは複数の第２の駆動波形と、１つまたは複数の第１の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成するように構成されている。このように構成すれば、１つまたは複数の第２の駆動波形と１つまたは複数の第１の駆動波形とを順不同に生成する場合と異なり、駆動波形生成部が駆動波形を生成する動作を容易にすることができる。

[0014] 上記周期の異なる複数の駆動波形が第１の駆動波形と第２の駆動波形とを含む超音波モータの駆動装置において、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、第１の駆動波形の周期は、第２の駆動波形の周期よりも制御部のクロックの１クロック分、または、１クロックの整数倍分、長くなるように構成されている。このように構成すれば、たとえば１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とし、第１の駆動波形の周期を第２の駆動波形の周期よりも１クロック分長くした場合の駆動波形の平均の周期は、第１の駆動波形の周期よりも１／２クロック大きい周期になる。これにより、制御部が、１クロックの時間間隔でしか駆動波形の周期を調整できない場合でも、１クロックよりも小さい時間間隔で駆動波形の周期を調整することができる。

[0015] この場合、好ましくは、第１の駆動波形と第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間で、かつ、１クロックよりも小さい時間間隔で駆動波形の周期を調整可能に構成されている。このように構成すれば、たとえば駆動波形の周期を詳細に調整するためにクロックの周波数を変化させる場合と異なり、容

易に、１クロックよりも小さい時間間隔で駆動波形の周期を調整することができる。

[0016] 上記周期の異なる複数の駆動波形が矩形波形を含む超音波モータの駆動装置において、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、第２の駆動波形の周期は、第１の駆動波形の周期よりも制御部のクロックの１クロック分、長くなるように構成されており、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、擬似的に第１の駆動波形の周期よりも１／２クロック大きい周期になるように駆動波形の周期を調整可能に構成されている。このように構成すれば、第１の駆動波形と第２の駆動波形とにより、容易に、１クロックよりも小さい１／２クロックの時間間隔で駆動波形の周期を調整することができる。

[0017] 上記周期の異なる複数の駆動波形が矩形波形を含む超音波モータの駆動装置において、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、第２の駆動波形の周期は、第１の駆動波形の周期よりも制御部のクロックの１クロック分、長くなるように構成されており、１つの第１の駆動波形と複数の第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、擬似的に第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間でかつ第１の駆動波形よりも第２の駆動波形の周期に近い周期になるように駆動波形の周期を調整可能に構成されている。このように構成すれば、第１の駆動波形と第２の駆動波形とにより、容易に、１クロックよりも小さい時間間隔でかつ第１の駆動波形よりも第２の駆動波形の周期に近い周期になるように駆動波形の周期を調整することができる。

[0018] この場合、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、第２の駆動波形の周期は、第１の駆動波形の周期よりも制御部のクロックの１クロック分、長くなるように構成されており、１つの第１の駆動波形と２つの第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、擬似的に第１の駆動波形の周期よりも２／３クロック大きい周期になるように駆動波形の周期を調整可能に構成されている。このように構成すれば、第１の

駆動波形と第２の駆動波形とにより、容易に、１クロックよりも小さい２／３クロックの時間間隔で駆動波形の周期を調整することができる。

[0019] 上記周期の異なる複数の駆動波形が矩形波形を含む超音波モータの駆動装置において、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、第１の駆動波形の周期および第２の駆動波形の周期は、制御部のクロックの整数倍になるように構成されている。このように構成すれば、第１の駆動波形および第２の駆動波形を制御部のクロックに基づいて容易に生成することができる。

[0020] 上記第１の局面による超音波モータの駆動装置において、好ましくは、駆動波形生成部は、矩形波形を生成することが可能な矩形波形生成器を含み、矩形波形生成器は、周期の異なる複数の矩形波形を含む駆動波形を生成可能に構成されている。このように構成すれば、矩形波形生成器により容易に周期の異なる複数の矩形波形を生成することができる。

[0021] この場合、好ましくは、駆動波形生成部は、矩形波形生成器から生成された周期の異なる複数の矩形波形が入力され所定の周波数以上の周波数を有する矩形波形を遮断するためのフィルタをさらに備える。このように構成すれば、所定の周波数以上の周波数を有する矩形波形を遮断するためのフィルタにより、矩形波形を略正弦波形にすることができる。

[0022] 上記フィルタを備える超音波モータの駆動装置において、好ましくは、フィルタは、複数のフィルタを含み、矩形波形生成器は、複数のフィルタに、それぞれ、矩形波形生成器から生成された周期の異なる複数の矩形波形を位相を異ならせて出力するとともに、複数のフィルタにそれぞれ入力された周期の異なる複数の矩形波形は、複数のフィルタから圧電素子に出力されるように構成されている。このように構成すれば、圧電素子に出力される信号を、周期の異なる複数の矩形波形により超音波モータの回転速度が大きなるのに適した周波数に調整することができるので、超音波モータの回転速度を大きくすることができる。

[0023] この発明の第２の局面による超音波モータユニットは、圧電素子を有する

超音波モータと、超音波モータの圧電素子を駆動する信号を生成する駆動波形生成部を含み、駆動波形生成部が、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形を生成可能に構成されている駆動装置とを備える。

[0024] この第２の局面による超音波モータユニットでは、上記のように、駆動波形生成部を、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形を生成可能に構成することによって、周期の異なる複数の駆動波形からなる駆動波形を１組の駆動波形とした場合、駆動波形の平均の周期は、複数の駆動波形の平均値と考えることができる。これにより、制御部が調整可能な周期の最小値（たとえば１クロック）よりも小さい間隔で駆動波形の周期を調整することができる。その結果、駆動波形生成部が生成する駆動波形の周期を詳細に調整することができる。なお、駆動波形生成部が生成可能な駆動波形の周期は、制御部のクロックの周期を小さくする（周波数を大きくする）ことにより、詳細に調整することが可能である一方、高速に動作させる回路が必要となる分、コストが上昇する。一方、上記のように、駆動波形生成部を、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形を生成可能に構成することによって、低速で動作する回路により駆動波形生成部が生成する駆動波形の周期を詳細に調整することができるので、装置のコストの上昇を抑制することができる超音波ユニットを構成することができる。

[0025] 上記第２の局面による超音波モータユニットにおいて、好ましくは、駆動波形生成部は、周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている。このように構成すれば、周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形が繰り返し生成されるので、周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形によって、超音波モータの圧電素子を連続的に駆動することができる超音波ユニットを構成することができる。

[0026] この場合、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形と第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形とを含み、駆動波形生成部は、１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている。このように構成すれば、１つ

の第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とした場合の駆動波形の平均の周期は、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との平均値になる。これにより、制御部が、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間の周期を有する駆動波形を生成するように制御できない場合でも、擬似的に第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との中間（平均値）の周期によって超音波モータの圧電素子を駆動することができる超音波ユニットを構成することができる。

[0027] 上記周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている超音波モータユニットにおいて、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形と第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形とを含み、駆動波形生成部は、１つまたは複数の第２の駆動波形と、１つまたは複数の第１の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている。このように構成すれば、たとえば複数の第２の駆動波形と１つの第１の駆動波形とを１組とした場合の駆動波形の平均の周期は、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間でかつ第２の駆動波形の周期寄りの周期になる。これにより、制御部が、第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間の周期を有する駆動波形を生成するように制御できない場合でも、擬似的に第１の駆動波形の周期と第２の駆動波形の周期との間の平均値以外の周期にも微調整することができる。その結果、より細かく調整された周期によって超音波モータの圧電素子を駆動することができる超音波ユニットを構成することができる。

[0028] 上記周期の異なる複数の駆動波形が第１の駆動波形と第２の駆動波形とを含む超音波モータユニットにおいて、好ましくは、周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、第１の駆動波形の周期は、第２の駆動波形の周期よりも制御部のクロックの１クロック分、または、１クロックの整数倍分、長くなるように構成されている。このように構成すれば、たとえば１つの第１の駆動波形と１つの第２の駆動波形とを１組とし、第１の駆動波形の周期を第２の駆動波形の周期よりも１クロック分長くした場合の駆動波形の平均

の周期は、第１の駆動波形の周期よりも１／２クロック大きい周期になる。これにより、制御部が、１クロックの時間間隔でしか駆動波形の周期を調整できない場合でも、１クロックよりも小さい時間間隔で駆動波形の周期を調整することができる超音波ユニットを構成することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の第１実施形態による超音波モータの駆動装置のブロック図である。

[図2]本発明の第１実施形態による超音波モータの駆動装置の矩形波形生成器が生成する矩形波形の波形図である。

[図3]比較例による超音波モータの駆動装置の矩形波形生成器が生成する矩形波形の波形図である。

[図4]周波数に対する超音波モータの回転速度について行ったシミュレーションの結果を示す図である。

[図5]本発明の第２実施形態による超音波モータの駆動装置が生成する矩形波形の波形図である。

[図6]周波数に対する超音波モータの回転速度について行ったシミュレーションにおける矩形波形生成器が生成する矩形波形の条件を示す図である。

[図7]図６に示す条件３の場合のＬＰＦから出力される正弦波形を示す図である。

[図8]図６に示す条件の矩形波形を超音波モータに印加した場合の周波数に対する超音波モータの回転速度について行ったシミュレーションの結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明を具体化した実施形態を図面に基づいて説明する。

[0031] （第１実施形態）

図１を参照して、本発明の第１実施形態による超音波モータ１の駆動装置２について説明する。

[0032] 図１に示すように、駆動装置２は、超音波モータ１に接続されている。駆

動装置２は、制御部２１と、矩形波形生成器２２と、ローパスフィルタ（ＬＰＦ）２３ａおよび２３ｂと、増幅器２４ａおよび２４ｂとを含んでいる。なお、矩形波形生成器２２、ＬＰＦ２３ａおよび２３ｂ、増幅器２４ａおよび２４ｂは、本発明の「駆動波形生成部」の一例である。また、ローパスフィルタ（ＬＰＦ）２３ａおよび２３ｂは、本発明の「フィルタ」の一例である。

[0033] 制御部２１は、矩形波形生成器２２に接続されている。制御部２１は、矩形波形生成器２２によって生成される矩形波形を制御するように構成されている。また、矩形波形生成器２２は、ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂに接続されている。矩形波形生成器２２は、矩形波形（電圧）を生成するとともに、生成した矩形波形の位相を異ならせてＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂに出力する機能を有する。ここで、第１実施形態では、矩形波形生成器２２は、周期の異なる複数の矩形波形を含む矩形波形を生成可能に構成されている。また、矩形波形生成器２２は、周期の異なる複数の矩形波形を１組とした矩形波形を繰り返し生成可能に構成されている。

[0034] ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂは、それぞれ、増幅器２４ａおよび増幅器２４ｂに接続されている。また、ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂは、所定の周波数以上の周波数を有する矩形波形を遮断する機能を有する。また、ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂに入力された矩形波形は、略正弦波形として出力される。ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂから出力された略正弦波形（電圧）は、それぞれ、増幅器２４ａおよび増幅器２４ｂに入力されるとともに増幅されて出力されるように構成されている。増幅器２４ａによって増幅された電圧（たとえばｃｏｓ（ｔ）波）は、超音波モータ１の圧電素子１１ａに入力されるとともに、圧電素子１１ａに入力された電圧の正負を反転させた電圧（－ｃｏｓ（ｔ）波）が、圧電素子１１ｃに入力されるように構成されている。また、増幅器２４ｂによって増幅された電圧（ｓｉｎ（ｔ）波）は、圧電素子１１ｂに入力されるとともに、圧電素子１１ｂに入力された電圧の正負を反転させた電圧（－ｓｉｎ（ｔ）波）が、圧電素子１１ｄに

入力されるように構成されている。

[0035] 次に、図２を参照して、第１実施形態による矩形波形生成器２２の生成する矩形波形について説明する。

[0036] 図２に示すように、第１実施形態では、矩形波形生成器２２は、制御部２１のクロックのＴクロック（Ｔは自然数）の周期を有する矩形波形２２１と、Ｔ＋１クロックの周期を有する矩形波形２２２とを交互に生成する。つまり、矩形波形生成器２２は、Ｔクロックの周期を有する矩形波形２２１と、Ｔ＋１クロックの周期を有する矩形波形２２２とを１組として、１組の矩形波形を繰り返して生成する。これにより、Ｔクロックの周期を有する矩形波形２２１と、Ｔ＋１クロックの周期を有する矩形波形２２２とを１組とした場合の矩形波形の平均の周期は、Ｔ＋１／２クロックになる。なお、矩形波形２２１は、本発明の「第１の駆動波形」の一例である。また、矩形波形２２２は、本発明の「第２の駆動波形」の一例である。

[0037] 次に、図３および図４を参照して、超音波モータ１の周波数に対する回転速度について行ったシミュレーションについて説明する。なお、図３に示すように、比較例による矩形波形生成器２２は、制御部２１のクロックのＴクロック分の長さの周期を有する矩形波形２２１が連続して生成するように構成されている。また、周期の逆数（１／周期）である周波数に対する超音波モータ１の回転速度についてシミュレーションを行った。

[0038] まず、超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄに印加する電圧の周波数を細かな刻みで設定可能な理想的な場合についてシミュレーションを行った。その結果、図４の１点鎖線で示すように、周波数が８３ｋＨｚから超音波モータ１の回転速度は、徐々に大きくなり、８４ｋＨｚを超えてから急激に大きくなった。そして、８４．２９ｋＨｚの周波数において、回転速度が最大（４１３．０５ｒｐｍ）になった。その後、回転速度は、周波数の増加とともに、徐々に減少した。

[0039] 次に、矩形波形生成器２２が図３の比較例に示されるような単一の周期（周波数）を有する矩形波形を生成する場合についてシミュレーションを行っ

た。なお、制御部２１が調整可能な周波数は、８３．６ｋＨｚ、８５．５ｋＨｚおよび８７．５ｋＨｚの３つであるとした。その結果、図４の点線（三角）で示すように、８５．５ｋＨｚの周波数において、最大の回転速度（２２４．７ｒｐｍ）が得られた。一方、比較例では、上記理想的な場合（図４の１点鎖線）と異なり、最大の回転速度（４１３．０５ｒｐｍ）が得られる周波数である８４．２９ｋＨｚ近傍に制御部２１が周波数を調整できないため、比較例による最大の回転速度は、理想的な場合の約５４．４％（＝２２４．７／４１３．０５×１００）になった。

[0040] 次に、矩形波形生成器２２が図２に示されるような複数の周期を有する矩形波形を生成する場合（第１実施形態）についてシミュレーションを行った。つまり、周波数の異なる複数の矩形波形が矩形波形生成器２２より出力される。なお、第１実施形態では、制御部２１が調整可能な周波数は、上記比較例と同様に、８３．６ｋＨｚ、８５．５ｋＨｚおよび８７．５ｋＨｚの３つとした。そして、８３．６ｋＨｚの周波数を有する矩形波形と、８５．５ｋＨｚの周波数を有する矩形波形とを交互に生成する場合（平均８４．５５ｋＨｚの周波数を有する矩形波形）と、８５．５ｋＨｚの周波数を有する矩形波形と、８７．５ｋＨｚの周波数を有する矩形波形とを交互に生成する場合（平均８６．５ｋＨｚの周波数を有する矩形波形）とについてシミュレーションを行った。その結果、図４の実線（四角）で示すように、平均の周波数が８４．５５ｋＨｚである場合において、最大の回転速度（３４６．１ｒｐｍ）が得られた。第１実施形態では、矩形波形生成器２２が、２つの異なる周期（周波数）を有する矩形波形を交互に生成するので、上記理想的な場合（図４の１点鎖線）の最大の回転速度（４１３．０５ｒｐｍ）が得られる周波数である８４．２９ｋＨｚ近傍に平均の周波数を設定できる。これにより、第１実施形態による最大の回転速度は、理想的な場合の約８３．８％（＝３４６．１／４１３．０５×１００）になった。

[0041] 第１実施形態では、上記のように、矩形波形生成器２２を、周期の異なる複数の矩形波形（矩形波形２２１、２２２）を含む矩形波形を生成可能に構

成することによって、周期の異なる複数の矩形波形からなる矩形波形を１組の矩形波形とした場合、矩形波形の平均の周期は、複数の矩形波形の平均値と考えることができる。これにより、制御部２１が調整可能な周期の最小値（たとえば１クロック）よりも小さい間隔で矩形波形の周期を調整することができる。その結果、矩形波形生成器２２が生成する矩形波形の周期を詳細に調整することができる。なお、矩形波形生成器２２が生成可能な矩形波形の周期は、制御部２１のクロックの周期を小さくする（周波数を大きくする）ことにより、詳細に調整することが可能である一方、高速に動作させる回路が必要となる分、コストが上昇する。一方、上記のように、矩形波形生成器２２を、周期の異なる複数の矩形波形を含む矩形波形を生成可能に構成することによって、低速で動作する回路により矩形波形生成器２２が生成する矩形波形の周期を詳細に調整することができるので、装置のコストの上昇を抑制することができる。

[0042] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形生成器２２を、周期の異なる複数の矩形波形（矩形波形２２１、２２２）を１組とした矩形波形を繰り返し生成可能に構成することによって、周期の異なる複数の矩形波形を１組とした矩形波形が繰り返し生成されるので、周期の異なる複数の矩形波形を１組とした矩形波形によって、超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄを連続的に駆動することができる。

[0043] また、第１実施形態では、上記のように、周期の異なる複数の矩形波形が、矩形波形２２１と矩形波形２２１と異なる周期を有する矩形波形２２２とを含み、矩形波形生成器２２を、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを１組とした矩形波形を繰り返し生成可能に構成する。これにより、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを１組とした場合の矩形波形の平均の周期は、矩形波形２２１の周期（Ｔクロック）と矩形波形２２２の周期（Ｔ＋１クロック）との平均値（Ｔ＋１／２クロック）になる。その結果、制御部２１が、矩形波形２２１の周期と矩形波形２２２の周期との間の周期を有する矩形波形を生成するように制御できない場合でも、擬似的に

矩形波形２２１の周期と矩形波形２２２の周期との中間（平均値）の周期によって超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄを駆動することができる。

[0044] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形生成器２２を、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを交互に生成することにより、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを１組とした駆動波形を繰り返し生成するように構成する。これにより、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを順不同に生成する場合と異なり、矩形波形生成器２２が矩形波形を生成する動作を容易にすることができる。

[0045] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形２２２の周期を、矩形波形２２１の周期よりも制御部２１のクロックの１クロック分、長くなるように構成することによって、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを１組とした場合の矩形波形の平均の周期は、矩形波形２２１の周期よりも１／２クロック大きい周期になる。これにより、制御部２１が、１クロックの時間間隔でしか矩形波形の周期を調整できない場合でも、１クロックよりも小さい時間間隔で矩形波形の周期を調整することができる。

[0046] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形２２１と矩形波形２２２とを１組とした矩形波形を繰り返し生成することにより、矩形波形２２１の周期と矩形波形２２２の周期との間で、かつ、１クロックよりも小さい時間間隔で矩形波形の周期を調整可能に構成することによって、たとえば矩形波形の周期を詳細に調整するためにクロックの周波数を変化させる場合と異なり、容易に、１クロックよりも小さい時間間隔で矩形波形の周期を調整することができる。

[0047] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形２２１の周期および矩形波形２２２の周期を、制御部２１のクロックの整数倍（Ｔ倍およびＴ＋１倍）になるように構成する。これにより、矩形波形２２１および矩形波形２２２を制御部２１のクロックに基づいて容易に生成することができる。

[0048] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形生成器２２から生成された周期の異なる矩形波形２２１および２２２が入力され所定の周波数以上

の周波数を有する矩形波形を遮断するためのＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂを設ける。これにより、ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂにより、矩形波形２２１および２２２を略正弦波形にすることができる。

[0049] また、第１実施形態では、上記のように、矩形波形生成器２２が、ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂに、それぞれ、矩形波形生成器２２から生成された周期の異なる矩形波形２２１および２２２を位相を異ならせて出力するとともに、ＬＰＦ２３ａおよびＬＰＦ２３ｂにそれぞれ入力された周期の異なる矩形波形２２１および２２２を、ＬＰＦ２３ａ（ＬＰＦ２３ｂ）から圧電素子１１ａおよび１１ｃ（１１ｂおよび１１ｄ）に出力するように構成する。これにより、圧電素子１１ａ～１１ｄに出力される信号を、周期の異なる矩形波形２２１および２２２により超音波モータ１の回転速度が大きなるのに適した周波数に調整することができるので、超音波モータ１の回転速度を大きくすることができる。

[0050] （第２実施形態）

次に、図５を参照して、第２実施形態について説明する。この第２実施形態では、上記１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とが交互に生成される第１実施形態と異なり、複数の矩形波形２２２と１つの矩形波形２２１とが１組として生成される。

[0051] 図５に示すように、第２実施形態では、矩形波形生成器２２は、複数（図５では２つ）の矩形波形２２２と１つの矩形波形２２１とを１組として生成するように構成されている。また、矩形波形生成器２２は、複数（図５では２つ）の矩形波形２２２と１つの矩形波形２２１とを１組とした矩形波形を繰り返し生成するように構成されている。図５に示すように、Ｔクロックの周期を有する１つの矩形波形２２１と、Ｔ＋１クロックの周期を有する２つの矩形波形２２２とを１組とした場合では、平均の周期は、Ｔ＋２／３クロックとなる。つまり、Ｔクロックの周期を有する１つの矩形波形２２１と、Ｔ＋１クロックの周期を有する２つの矩形波形２２２とを１組とした場合では、平均の周期は、矩形波形２２２の周期に近くなる。すなわち、平均の周

期は、１組の矩形波形のうち、生成される数の大きい矩形波形の周期寄りになる。

[0052] 次に、図６～図８を参照して、矩形波形２２２の数を異ならせた場合の超音波モータ１の周波数に対する回転速度について行ったシミュレーションについて説明する。

[0053] まず、超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄを駆動する電圧の波形（矩形波形）の調整について説明する。図６に示すように、条件１では、矩形波形生成器２２は、８５．９ｋＨｚの周波数を有する矩形波形と、８５．１ｋＨｚの周波数を有する１つの矩形波形とを１回ずつ交互に生成した。つまり、条件１では、矩形波形の周波数の平均値は、８５．５ｋＨｚとなる。また、条件２では、矩形波形生成器２２は、８５．９ｋＨｚの周波数を有する矩形波形を１回生成した後に、８５．１ｋＨｚの周波数を有する矩形波形を３回生成した。つまり、条件２では、矩形波形の周波数の平均値は、８５．３ｋＨｚとなる。また、条件３では、矩形波形生成器２２は、８５．９ｋＨｚの周波数を有する矩形波形を１回生成した後に、８５．１ｋＨｚの周波数を有する矩形波形を４回生成した。つまり、条件３では、矩形波形の周波数の平均値は、８５．２６ｋＨｚとなる。また、条件４では、矩形波形生成器２２は、８５．９ｋＨｚの周波数を有する矩形波形を１回生成した後に、８５．１ｋＨｚの周波数を有する矩形波形を９回生成した。つまり、条件４では、矩形波形の周波数の平均値は、８５．１８ｋＨｚとなる。なお、図６に示すように、８５．１ｋＨｚの周波数の矩形波形を多く生成することにより、矩形波形の周波数の平均値は、８５．１ｋＨｚに近づく。

[0054] そして、図７に示すように、たとえば条件２では、１つの８５．９ｋＨｚの周波数を有する電圧と、３つの８５．１ｋＨｚの周波数を有する電圧とが１組として超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄ（図１参照）に印加される。なお、図７では、ＬＰＦ２３ａおよび２３ｂによって、矩形波形が略正弦波形に変換された後の波形を示している。

[0055] 次に、上記条件１～条件４の場合おいて生成された矩形波形（電圧）によ

って、超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄを駆動するシミュレーションを行った。また、比較例として、周波数が８５．１ｋＨｚ、８５．１８ｋＨｚ、８５．２６ｋＨｚ、８５．３ｋＨｚ、８５．５ｋＨｚおよび８５．９ｋＨｚであり、かつ、単一の周波数（周期）からなる電圧によって、超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄを駆動するシミュレーションを行った。その結果、図８の実線（四角）に示すように、条件４、条件３、条件２および条件１の順に周波数の平均値が小さくなるにしたがって徐々に超音波モータ１の回転速度が低下することが確認された。また、矩形波形生成器２２が周期（周波数）の異なる複数の矩形波形を生成する場合（図８の実線（四角））の回転速度と、矩形波形生成器２２が単一の周期（周波数）を生成する場合（図８の点線（ひし形））の回転速度とでは、矩形波形生成器２２が周期（周波数）の異なる複数の矩形波形を生成する場合（図８の実線（四角））の回転速度が多少大きくなる一方、略同様の回転速度が得られることが確認された。つまり、周期（周波数）の異なる複数の矩形波形を合成した場合と、単一の周期を生成する場合とでは、同様の回転速度が得られることが確認された。

[0056] 第２実施形態では、上記のように、周期の異なる複数の矩形波形が、矩形波形２２１と矩形波形２２１と異なる周期を有する矩形波形２２２とを含み、矩形波形生成器２２を、１つの矩形波形２２１と、複数の矩形波形２２２とを１組とした矩形波形を繰り返し生成可能に構成する。これにより、複数の矩形波形２２２と１つの矩形波形２２１とを１組とした場合の矩形波形の平均の周期は、矩形波形２２１の周期と矩形波形２２２の周期との間でかつ矩形波形２２２の周期寄りの周期になる。その結果、制御部２１が、矩形波形２２１の周期と矩形波形２２２の周期との間の周期を有する矩形波形を生成するように制御できない場合でも、擬似的に矩形波形２２１の周期と矩形波形２２２の周期との間の平均値以外の周期にも微調整することができる。その結果、より細かく調整された周期によって超音波モータ１の圧電素子１１ａ～１１ｄを駆動することができる。

[0057] また、第２実施形態では、上記のように、矩形波形生成器２２を、１つの矩形波形２２１と複数（２つ）の矩形波形２２２とを交互に生成することにより、１つの矩形波形２２１と１つの矩形波形２２２とを１組とした駆動波形を繰り返し生成するように構成する。これにより、１つの矩形波形２２１と複数（２つ）の矩形波形２２２とを順不同に生成する場合と異なり、矩形波形生成器２２が矩形波形を生成する動作を容易にすることができる。

[0058] なお、第２実施形態のその他の効果は、上記第１実施形態と同様である。

[0059] なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

[0060] たとえば、上記第１および第２実施形態では、矩形波形生成器が矩形波形を生成した後に、ＬＰＦによって矩形波形が略正弦波形に変換される例を示したが、本発明はこれに限らない。たとえば、超音波モータの駆動装置が矩形波形を生成せずに、直接正弦波形（余弦波形）を生成するようにしてもよい。

[0061] また、上記第１および第２実施形態では、矩形波形生成器が生成する２つの異なる周期（Ｔクロック、Ｔ＋１クロック）を有する矩形波形の周期が１クロック分異なる例を示したが、本発明はこれに限らない。たとえば、矩形波形生成器が生成する２つの異なる周期を有する矩形波形の周期が２クロック分以上異なるようにしてもよい。

[0062] また、上記第１および第２実施形態では、２つの異なる周期を有する矩形波形が生成される例を示したが、本発明はこれに限らない。本発明では、３つ以上の異なる周期を有する矩形波形が生成されてもよい。

[0063] また、上記第１および第２実施形態では、複数の異なる周期を有する矩形波形を１組として、１組の矩形波形が繰り返し生成される例を示したが、本発明はこれに限らない。複数の異なる周期を有する矩形波形が組をなさずにばらばらに生成されるようにしてもよい。

[0064] また、上記第２実施形態では、１つのＴクロックの周期を有する矩形波形と、複数のＴ＋１クロックの周期を有する矩形波形とが生成される例を示したが、本発明はこれに限らない。本発明では、複数のＴクロックの周期を有する矩形波形と、１つのＴ＋１クロックの周期を有する矩形波形とが生成されるようにしてもよい。つまり、複数生成される矩形波形が、周期が短い方の矩形波形でもよいし、長い方の矩形波形でもよい。また、本発明では、複数のＴクロックの周期を有する矩形波形と、複数のＴ＋１クロックの周期を有する矩形波形とが生成されるようにしてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 圧電素子（１１ａ、１１ｂ、１１ｃおよび１１ｄ）を含む超音波モータ（１）の前記圧電素子を駆動する信号を生成する駆動波形生成部（２２、２３ａ、２３ｂ、２４ａおよび２４ｂ）を備え、

前記駆動波形生成部は、周期の異なる複数の駆動波形（２２１および２２２）を含む駆動波形を生成可能に構成されている、超音波モータの駆動装置。

[請求項2] 前記駆動波形生成部は、前記周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている、請求項１に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項3] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形（２２１）と前記第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形（２２２）とを含み、

前記駆動波形生成部は、１つの前記第１の駆動波形と１つの前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている、請求項２に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項4] 前記駆動波形生成部は、１つの前記第１の駆動波形と１つの前記第２の駆動波形とを交互に生成することにより、１つの前記第１の駆動波形と１つの前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成するように構成されている、請求項３に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項5] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形と前記第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形とを含み、

前記駆動波形生成部は、１つまたは複数の前記第２の駆動波形と、１つまたは複数の前記第１の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている、請求項２に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項6] 前記駆動波形生成部は、１つまたは複数の前記第１の駆動波形と、

１つまたは複数の前記第２の駆動波形とを交互に生成することにより、１つまたは複数の前記第２の駆動波形と、１つまたは複数の前記第１の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成するように構成されている、請求項５に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項7] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、前記第２の駆動波形の周期は、前記第１の駆動波形の周期よりも制御部（２１）のクロックの１クロック分、または、１クロックの整数倍分、長くなるように構成されている、請求項３に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項8] 前記第１の駆動波形と前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、前記第１の駆動波形の周期と前記第２の駆動波形の周期との間で、かつ、１クロックよりも小さい時間間隔で駆動波形の周期を調整可能に構成されている、請求項７に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項9] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、前記第２の駆動波形の周期は、前記第１の駆動波形の周期よりも前記制御部のクロックの１クロック分、長くなるように構成されており、

１つの前記第１の駆動波形と１つの前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、擬似的に前記第１の駆動波形の周期よりも１／２クロック大きい周期になるように駆動波形の周期を調整可能に構成されている、請求項７に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項10] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、前記第２の駆動波形の周期は、前記第１の駆動波形の周期よりも前記制御部のクロックの１クロック分、長くなるように構成されており、

１つの前記第１の駆動波形と複数の前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、擬似的に前記第１の駆動波形の周期と前記第２の駆動波形の周期との間でかつ前記第１の駆動波形よ

りも前記第２の駆動波形の周期に近い周期になるように駆動波形の周期を調整可能に構成されている、請求項７に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項11] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、前記第２の駆動波形の周期は、前記第１の駆動波形の周期よりも前記制御部のクロックの１クロック分、長くなるように構成されており、

１つの前記第１の駆動波形と２つの前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を生成することにより、擬似的に前記第１の駆動波形の周期よりも２／３クロック大きい周期になるように駆動波形の周期を調整可能に構成されている、請求項１０に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項12] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、前記第１の駆動波形の周期および前記第２の駆動波形の周期は、前記制御部のクロックの整数倍になるように構成されている、請求項７に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項13] 前記駆動波形生成部は、矩形波形を生成することが可能な矩形波形生成器（２２）を含み、

前記矩形波形生成器は、周期の異なる複数の矩形波形を含む駆動波形を生成可能に構成されている、請求項１に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項14] 前記駆動波形生成部は、前記矩形波形生成器から生成された周期の異なる複数の矩形波形が入力され所定の周波数以上の周波数を有する矩形波形を遮断するためのフィルタ（２３ａ、２３ｂ）をさらに備える、請求項１３に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項15] 前記フィルタは、複数のフィルタを含み、

前記矩形波形生成器は、前記複数のフィルタに、それぞれ、前記矩形波形生成器から生成された周期の異なる複数の矩形波形を位相を異ならせて出力するとともに、前記複数のフィルタにそれぞれ入力され

た周期の異なる複数の矩形波形は、前記複数のフィルタから前記圧電素子に出力されるように構成されている、請求項１４に記載の超音波モータの駆動装置。

[請求項16] 圧電素子（１１ａ、１１ｂ、１１ｃおよび１１ｄ）を有する超音波モータ（１）と、

前記超音波モータの前記圧電素子を駆動する信号を生成する駆動波形生成部（２２、２３ａ、２３ｂ、２４ａおよび２４ｂ）を含み、前記駆動波形生成部が、周期の異なる複数の駆動波形を含む駆動波形（２２１および２２２）を生成可能に構成されている駆動装置（２）とを備える、超音波モータユニット。

[請求項17] 前記駆動波形生成部は、前記周期の異なる複数の駆動波形を１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている、請求項１６に記載の超音波モータユニット。

[請求項18] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形（２２１）と前記第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形（２２２）とを含み、

前記駆動波形生成部は、１つの前記第１の駆動波形と１つの前記第２の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている、請求項１７に記載の超音波モータユニット。

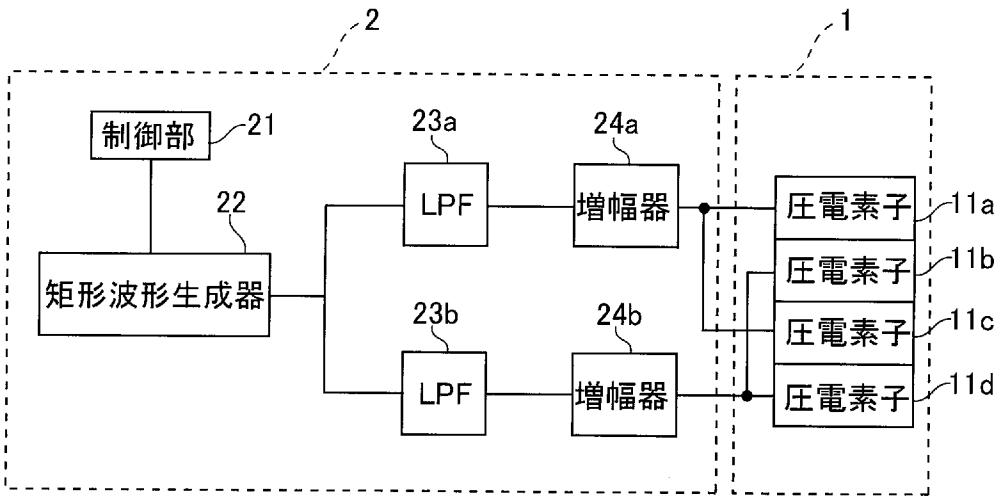
[請求項19] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、第１の駆動波形と前記第１の駆動波形と異なる周期を有する第２の駆動波形とを含み、

前記駆動波形生成部は、１つまたは複数の前記第２の駆動波形と、１つまたは複数の前記第１の駆動波形とを１組とした駆動波形を繰り返し生成可能に構成されている、請求項１７に記載の超音波モータユニット。

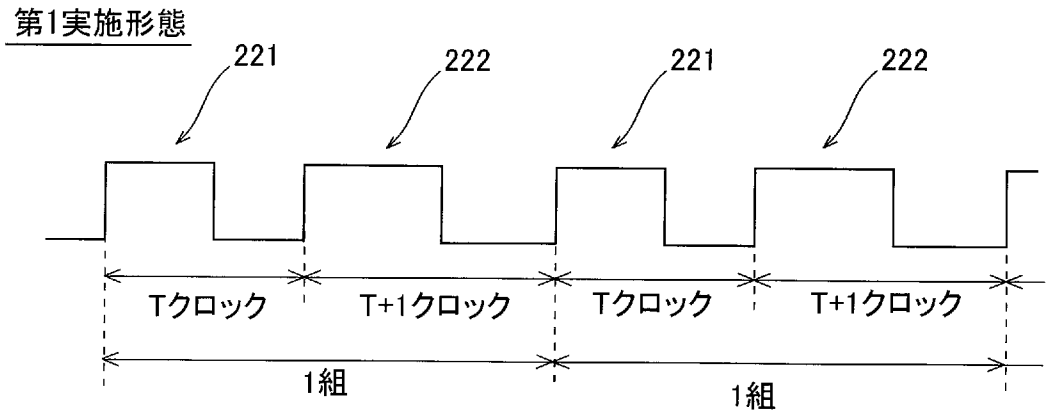
[請求項20] 前記周期の異なる複数の駆動波形は、矩形波形を含み、前記第２の駆動波形の周期は、前記第１の駆動波形の周期よりも制御部（２１）のクロックの１クロック分、または、１クロックの整数倍分、長くな

るように構成されている、請求項１８に記載の超音波モータユニット。

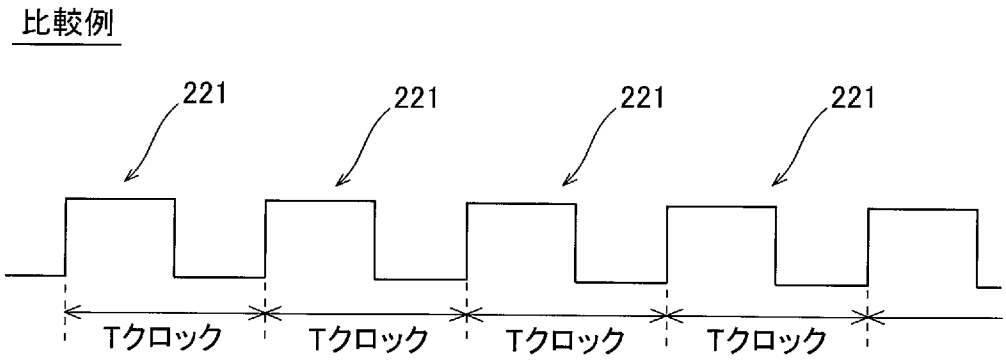
[図1]


2
1
制御部
21
22
矩形波形生成器
23a
LPF
24a
増幅器
23b
LPF
24b
増幅器
圧電素子
11a
圧電素子
11b
圧電素子
11c
圧電素子
11d

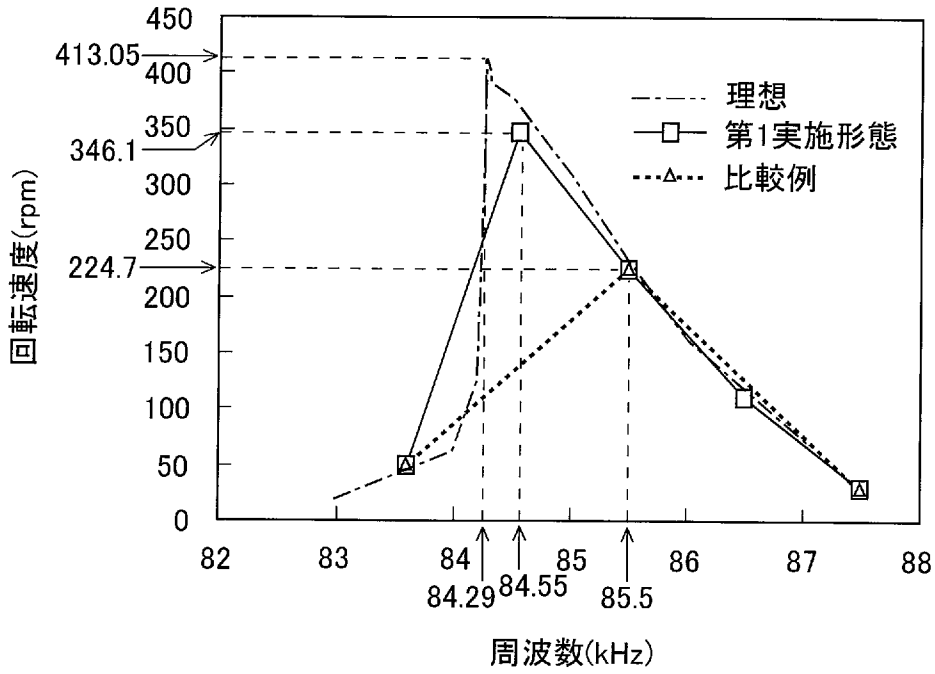
[図2]


第1実施形態
221
222
221
222
Tクロック
T+1クロック
Tクロック
T+1クロック
1組
1組

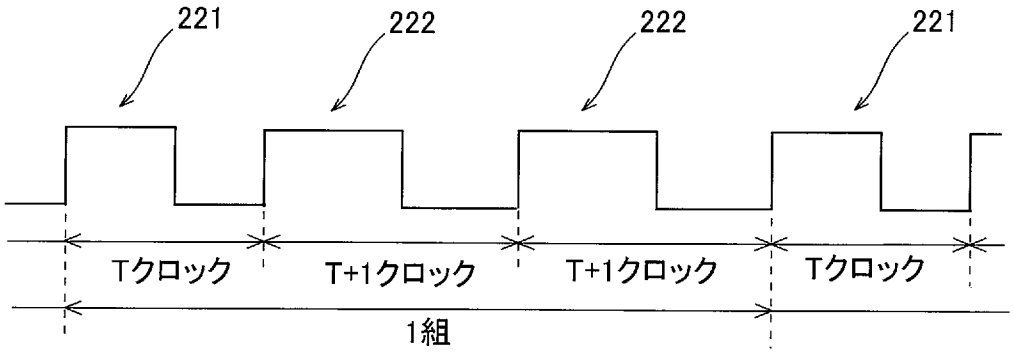
[図3]


比較例
221
221
221
221
Tクロック
Tクロック
Tクロック
Tクロック

[図4]


450
413.05
400
350
346.1
300
250
224.7
200
150
100
50
0
回転速度(rpm)
82
83
84
85
86
87
88
84.29
84.55
85.5
周波数(kHz)
理想
第1実施形態
比較例

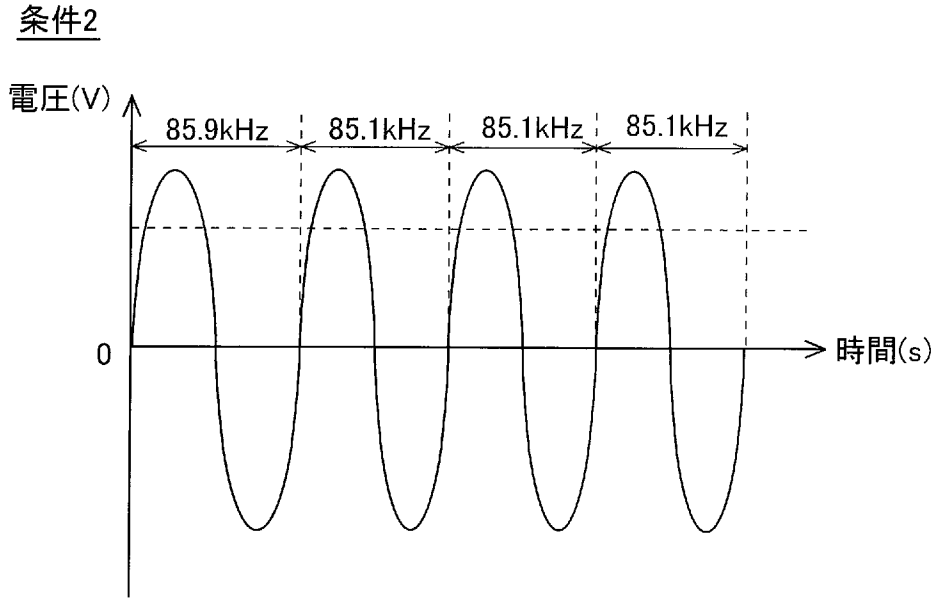
[図5]



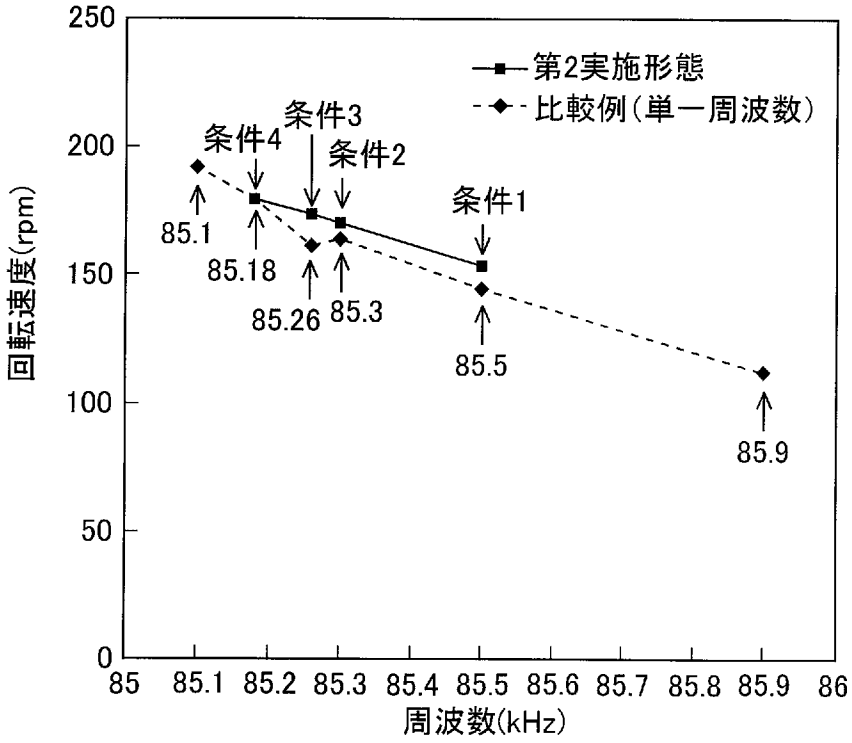
[図6]

条件	85.9(kHz)	85.1(kHz)	平均値(kHz)
1	1回	1回	85.5
2	1回	3回	85.3
3	1回	4回	85.26
4	1回	9回	85.18

[図7]


条件2
電圧(V)
85.9kHz
85.1kHz
85.1kHz
85.1kHz
0
時間(s)

[図8]


250
200
150
100
50
0
回転速度(rpm)
第2実施形態
比較例(単一周波数)
条件4
条件3
条件2
条件1
85.1
85.18
85.26
85.3
85.5
85.9
85
85.1
85.2
85.3
85.4
85.5
85.6
85.7
85.8
85.9
86
周波数(kHz)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/061143

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X Y	JP 6-339289 A (Asmo Co., Ltd.), 06 December 1994 (06.12.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-13,16-20 14,15
Y	JP 2008-301563 A (Olympus Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), entire text; all drawings (Family: none)	14,15
A	JP 2-184277 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 July 1990 (18.07.1990), page 5, upper right column, line 15 to lower left column, line 16; page 10, upper left column, line 11 to page 11, lower left column, line 14; fig. 3, 4, 10 (Family: none)	1-20

☒ 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	Date of mailing of the international search report
11 July, 2011 (11.07.11)	19 July, 2011 (19.07.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/061143

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 2006-314161 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 November 2006 (16.11.2006), paragraphs [0010], [0014]; fig. 1, 4 (Family: none)	1-20

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０６１１４３

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	１９７１－２０１１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１１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
X Y	JP 6-339289 A（アスモ株式会社）1994.12.06，全文、全図 （ファミリーなし）	1-13,16-20 14,15
Y	JP 2008-301563 A（オリンパス株式会社）2008.12.11，全文、全図 （ファミリーなし）	14,15
A	JP 2-184277 A（オリンパス光学工業株式会社）1990.07.18， 第５頁右上欄第15行-左下欄第16行，第10頁左上欄第11行-第11頁左下欄第14行，第3,4,10図（ファミリーなし）	1-20

☑　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の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	国際調査報告の発送日
１１．０７．２０１１	１９．０７．２０１１

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｖ　９７２３
杉浦　貴之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

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	関連する請求項の番号
A	JP 2006-314161 A（松下電器産業株式会社）2006.11.16, 段落【0010】,【0014】,第1,4図（ファミリーなし）	1-20