



室蘭工業大学

学術資源アーカイブ

Muroran Institute of Technology Academic Resources Archive



円環形振動子を利用した厚み方向超音波リニアモータの検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 日本音響学会 公開日: 2012-10-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 蒔田, 竜子, 青柳, 学, 高野, 剛浩, 田村, 英樹 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1693

円環形振動子を利用した厚み方向超音波リニアモータの検討

その他（別言語等）のタイトル	Examination of thickness direction ultrasonic linear motor using a ring-type vibrator
著者	蒔田 竜子, 青柳 学, 高野 剛浩, 田村 英樹
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2010年春季
ページ	1393-1394
発行年	2010-03
URL	http://hdl.handle.net/10258/1693

円環形振動子を利用した厚み方向超音波リニアモータの検討*

◎蒔田竜子 青柳学 (室蘭工大) 高野剛浩 (東北工大) 田村英樹 (山形大・工)

1 はじめに

筆者らはこれまで、円環形振動子を用いて、薄型・高速超音波モータを検討してきた。例えば、マイクロファンやディスクドライブへの応用として小型化に有効な単相駆動で単一方向に高速回転する構成や、精密位置決めへの応用として単相駆動で双方向回転可能な構成を実現している^[1-5]。また、回転動作をねじ等で変換させれば直動も可能である。ねじ穴に楕円振動を加えると挿入されたボルトが回転し、直動することが知られている。しかし、ねじ山を複数設ける必要があり、厚くなる傾向がある。そこで、薄い振動片にめねじの役割させボルトのねじの谷に接触することで振動子の厚みを抑えた直動を試みた。また、円環形ステータ振動子の内径にねじを切らずにスライダを直接に直動させる超音波リニアモータを考案した。本報告では考案した厚み方向に動作する超音波モータの構造と実験結果を報告する。

2 単相駆動・薄型回転-直動変換リニアモータ

2.1 ステータ振動子の構成

Fig.1 に円環形ステータ振動子(Type-A)の構造を示す。単相駆動で双方向回転可能な構成である^[4,5]。本振動子は振動板(SUS304, 厚み 0.2 mm)と圧電板(C213, 厚み 0.2 mm)で構成されている。振動板は円環、振動片及び支持部が一体で構成されている。圧電体は円環形状で電極が 4 分割され、同図中に示すように対向する 1 対の電極同士を組み合わせ使用する。

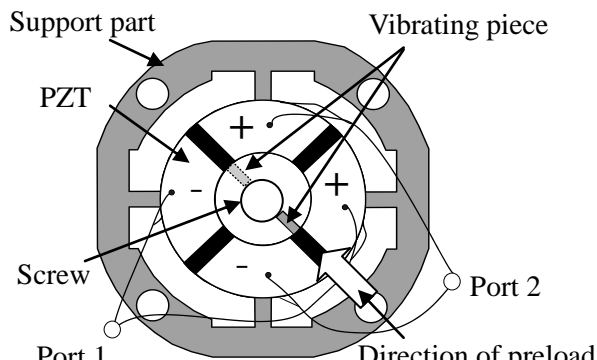


Fig.1 Construction of a stator vibrator.

圧電体は振動板に対して同一の分極方向となるように振動板の両面に接着されている。また、ボルトへの予圧方向は同図に矢印で示すように面内方向に振動片の長手方向から加える。同図波線で示す振動片を加えて、振動片 2 つでボルトをねじ谷で支持、駆動する構成 (Type-B) も可能である。

2.2 動作原理

円環部は非軸対称振動(((1,1))モード)、振動片は片持ちばりの屈曲 1 次振動モードを用いる。円環部と振動片の結合振動によるボルトが回転する様子を Fig.2 に示す。使用電極の組み合わせを Table 1 に示す。同図(a)に示すように、円環部の左右への振動によって振動片がボルトの溝と接触する際に、振動片に曲げ方向の変位が生じる。振動片の曲げ振動モードの共振周波数と駆動周波数が近接していると、振動片の曲げ振動が強勢になり、ボルトが回転し、厚み方向(-z 方向)に直動する。同様に電極を切り替えると同図(b)に示すように、ボルトは厚み方向(+z 方向)に直動する。

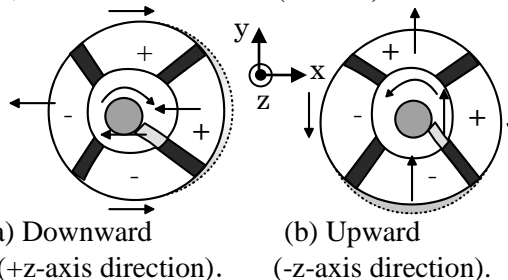


Fig.2 Operating principle.

Table 1 Switching of moving direction by electrical port.

	Port 1	Port 2
Downward	ON	Short or open
Upward	Short or open	On

3 円環形振動子内径による超音波リニアモータ

3.1 ステータ振動子の構成

Fig.3(a)にリニア超音波モータ(Type-C)を示す。圧電体の電極は 2 分割され、互いに逆向きの分極方向である。同図(b)に示すように振動板(SUS304)に対して同一の分極方向となるように振動板の両面に接着されている。片持

* Examination of thickness direction ultrasonic linear motor using a ring-type vibrator, by MAKITA, Ryoko, AOYAGI, Manabu (Muroran Institute of Technology), TAKANO, Takehiro (Tohoku Institute of Technology) and TAMURA, Hideki (Yamagata University).

ちばり構成の支持部が円環の外径の2か所に設けられている。

3.2 動作原理

円環内径とスライダ間の圧接力を制御するために Fig.4(a)に示す((1,1))モードを使用し、さらに厚み(z軸方向)の推力発生のために同図(b)に示す面垂直屈曲振動(B_{21} モード)を使用する。各モードの共振周波数は近接され、縮退している。同図(c)に示すように B_{21} モードの変位は((1,1))モードと直径 A-B 上で変位が直交しているため、 90° 時間位相差を与えて駆動すると、楕円軌跡が形成される。スライダを接触させると点1, 2から同じ方向に力を受け移動する。電極を4分割にすれば回転動作も可能である。また、Fig.5(a)に示すような B_{20} モードと、同図(b)に示す径方向伸縮振動(R_1 モード)を組み合わせる構成(Type-D)も可能である^[6]。

4 実験結果

Type-A, Type-B 及び Type-C のステータ振動子を試作した。各振動子の共振周波数を Table 2 に示す。Type-A 及び Type-B は M3 のボルトを駆動し、Type-C はゴムにステンレス製の半円筒を貼り付けたスライダを用い、スライダ自らの弾性を利用して予圧を加えられる構造とした。以下のことが確認されたが、定量的な動作測定には至っていない。

- (1) Type-A : 印加電圧 60 [Vpp] でゆっくりとボルトが回る動作が確認できた。
- (2) Type-B : 印加電圧 20 [Vpp] からボルトの回転が確認された。
- (3) Type-C : 印加電圧は 12 [Vpp] 付近から勢いよく直動する動作が確認された。

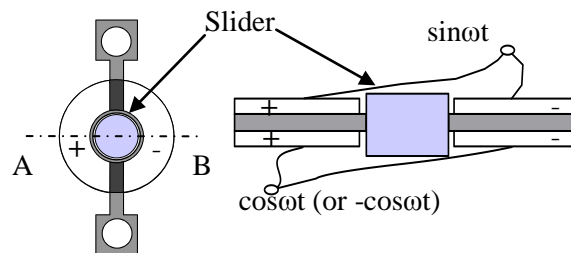
Table 2 Resonance frequency. (unit: kHz)

Type-A	176.8	173.9
Type-B	174.9	172.6
Type-C	174.0	164.0
	((1,1) mode)	(B_{21} mode)

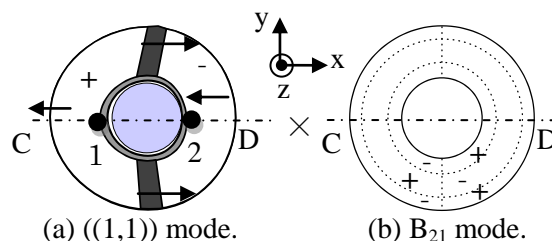
5 まとめ

3つの超音波リニアモータを考案し、動作の確認を行った。Type-A では Type-B と比べて直動が起こる印加電圧が大きく、更にスムーズに回転しなかった。原因としてボルトの傾き及び接触面積が小さいため、振動子の発生力不足が挙げられるが、ボルトのガイド方法を変更することで改善できると考えられる。Type-C は良好な動作が得られたが、安定性に問題があった。スライダの直径や表面状態を

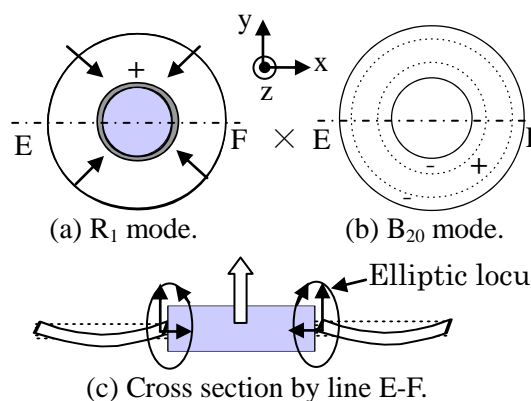
長さ方向に均一にすることによって安定した動作が得られると考えられる。



(a) Construction. (b) Cross section by line AB.
Fig.3 Ultrasonic linear motor (Type-C).



(a) ((1,1)) mode. (b) B_{21} mode.
(c) Cross section by line C-D.
Fig.4 Operating principle of Type-C.



(a) R_1 mode. (b) B_{20} mode.
(c) Cross section by line E-F.
Fig.5 Operating principle of Type-D.

参考文献

- [1] 青柳, 富川, 高野: 信学技報, US2004-56, pp.49-54, 2004-09.
- [2] 青柳, 木村, 富川, 高野, 広瀬, 田村: SEAD18, No.B2A10, pp.441-444, 2006.
- [3] 青柳, 高野, 富川, 田村, 広瀬: 「ブレイクスルーを生み出す次世代アクチュエータ研究」, 第5回公開シンポジウム資料, pp.91-94, 2008-12.
- [4] 蒔田, 青柳, 高野, 田村, 広瀬, 富川: 音講論(春), pp.1337-1338, 2009.
- [5] 蒔田, 青柳, 高野, 田村, 富川: SEAD21, No.21B3-4, pp.451-454, 2009.
- [6] S.Ueha, Y.Tomikawa: "Ultrasonic Motors Theory and Applications," CLARENDON PRESS OXFORD, 1993, pp.27-29.