

## 斜対称積層圧電セラミック振動子を用いた超音波モータの特性

その他（別言語等）のタイトル	Characteristics of an ultrasonic motor using a diagonally symmetrical layer ceramic vibrator vibrating in L1-F2 coupling vibration modes
著者	高野 剛浩, 田村 英樹, 富川 義朗, 青柳 学
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2009年春季
ページ	1339-1340
発行年	2009-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/1682">http://hdl.handle.net/10258/1682</a>

## 斜対称積層圧電セラミック振動子を用いた超音波モータの特性

その他（別言語等）のタイトル	Characteristics of an ultrasonic motor using a diagonally symmetrical layer ceramic vibrator vibrating in L1-F2 coupling vibration modes
著者	高野 剛浩, 田村 英樹, 富川 義朗, 青柳 学
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2009年春季
ページ	1339-1340
発行年	2009-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10258/1682">http://hdl.handle.net/10258/1682</a>

## 斜対称積層圧電セラミック振動子を用いた超音波モータの特性\*

○高野 剛浩 田村 英樹 富川 義朗 青柳 学  
(東北工大) (山形大工) (山形大工) (室蘭工大)

**まえがき：** 筆者らは  $\text{LiNbO}_3$  振動子や積層圧電セラミックスを用いた斜対称振動子の縦1次-屈曲2次モードの結合を利用した超音波モータについて、その構成と基本的な特性例を報告してきた[1~4]。

積層型圧電セラミック振動子を用いる理由の一つは、低電圧での使用を可能にすることである。以前の報告では2~4[V]の駆動電圧で効率が25%を越す比較的高効率な特性が得られることを報告した。本文では、小型で安定な動作特性を得ることを目的としてモータ構造、特に振動子の支持部を改善した構造を提案し、その特性を報告する。

**振動子の構造と振動モード：** 実験に用いた積層圧電セラミック振動子は、Fig.1に示すように、全長が  $l=15\text{mm}$ 、幅  $b=4\text{mm}$  ( $b/l=0.267$ ) の両端を図のように  $14^\circ$  削り落とした斜対称な構造をしている。厚さ  $t=1.0\text{mm}$  で、積層数は8枚である。電極は両側の側面から取りだし、図のようにそれぞれ振動子の上下面に  $11\text{mm}$  幅で塗布されている。

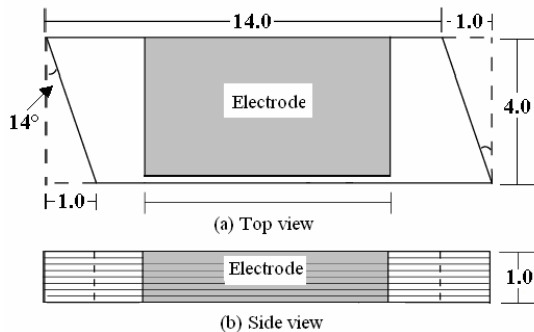


Fig.1 Diagonally symmetrical layer ceramic vibrator.

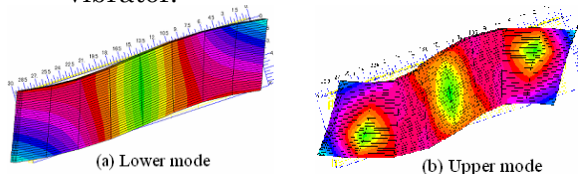


Fig.2 Vibration modes of the vibrator by FEM.

Fig.2はFEMによる振動モードを示している。これより Lower-mode は縦成分が強く、Upper-mode は屈曲成分が強いことが分かる。試作した振動子の周波数特性を Fig.3 に示している。Lower-mode と Upper-mode の共振周波数は  $f_L=114.1\text{kHz}$ 、 $f_U=119.8\text{kHz}$  で、容量比は、それぞれ  $\gamma_L=17.9$ 、 $\gamma_U=39.0$ 、 $Q$  はそれぞれ1000前後であった。

Fig.4 に試作した振動子の支持治具を示している。Fig.5 に示すように振動子をこの枠内に挿入し屈曲振動のノード付近をソフトサポートする形となっている[5]。材料はPEEK材で、全体のサイズは、幅が  $9.0\text{mm}$ 、厚さ  $3.0\text{mm}$ 、長さ  $14.5\text{mm}$  である。加圧はこの治具自体に加える構造となっている。

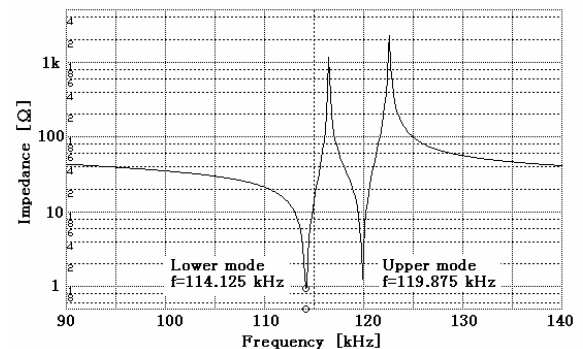


Fig.3 Frequency characteristic of vibrator.

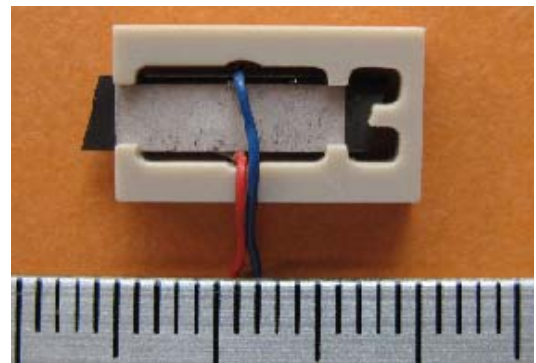


Fig.4 Photograph of the trial supporting jig and layer ceramic vibrator.

\*Characteristics of an ultrasonic motor using a diagonally symmetrical layer ceramic vibrator vibrating in L1-F2 coupling vibration modes. By T.Takano (Tohoku Institute of Technology), H.Tamura, Y.Tomikawa (Yamagata University) and M.Aoyagi (Muroran Institute of Technology).

**試作モータ構造と特性：** 振動子支持治具と試作モータの写真を Fig.5 に示している。振動子は Fig.4 の支持治具に取り付け、図のようなケースに収めている。支持治具全体にスプリングにより与圧を与え、振動子の斜端面の中央部を直径 1 mm のシャフトに押し付け、回転力を取り出す構造とした[2]。ロータとの接触面である振動子の斜端面には、摩擦材として厚さ 1 mm のアルミナを接着している。

本構成の特長は、単相駆動で、周波数の切り替えによって両方向回転のモータが実現できることである。試作モータでは Lower-mode で反時計方向の、Upper-mode で時計方向の回転が得られた。Fig.6 は Lower-mode の特性で、入力を変えて測定した。特性は入力に大きな影響を受けるが、回転は滑らかで入力に比例して増加する。Fig.6 の条件では、入力 400mW で 8000rpm を越す回転数が得られた。この入力範囲での電圧は 2.2~4.5Vrms で、低電圧で良く動作することも確かめられた。

Fig.7 は Upper-mode の特性である。回転数は Lower-mode に比べて大幅に低下するが、前報のモータ[4]と比較すると安定に動作する。これは両モードの共振周波数が、ある程度離れているためであると考えられる。回転数が低下するのは、ロータとの接触点における振動方向成分に依るので、今後接触点の位置など検討したい。

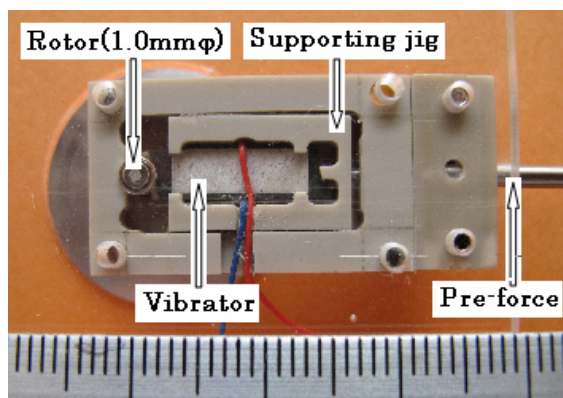


Fig.5 Photograph of the trial motor.

**あとがき：** 前報に引き続き積層圧電セラミックスを用いた斜対称振動子を試作し、超音波モータへの応用を試みた。長さ 15mm の振動子を用い、薄型構造の実現を目的として、モータ構造、特に振動子の支持を改善した。試作モータの厚さは 4mm 程度であるが、この構造で厚さが 2~3mm のモータが実現できるものと思われる。モータ特性は Lower-mode では、入力 400mW で 8000rpm を越す回転数が得られ、Upper-mode でも 4000rpm 近い回転数が得られた。Upper-mode の特性も安定であったが、特性はかなり低下する。今後さらに検討を加え、特に Upper-mode の特性の向上を図りたい。

**参考文献：**

- [1]田村他:2006 春季音学会講論集, pp.1055-1056, 2006. [2] 田村他:2006 秋季音学会講論集, pp.991-992, 2006. [3] 高野他: 2006 秋季音学会講論集, pp.905-906, 2006. [4]高野他: 電子情報通信学会超音波研究会資料, 2007-9. [5]福永他:2008 年度精密工学会秋季大会講論文集, pp.927-928, 2008.

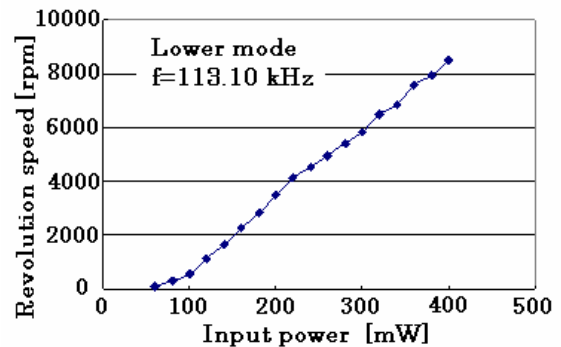


Fig.6 Revolution characteristic of the trial motor. (CCW-dir.,  $V_i=2.2\sim 4.5V_{rms}$ )

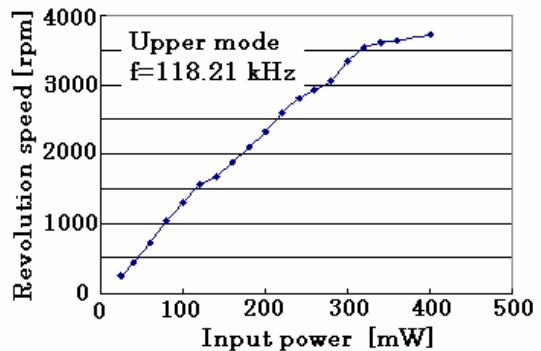


Fig.7 Revolution characteristic of the trial motor. (CW-dir.,  $V_i=1.9\sim 3.7V_{rms}$ )