



円環振動子を用いた高速超音波スピンドルモータの性能向上の検討

その他（別言語等）のタイトル	The improvement of an ultrasonic spindle motor using an annular plate vibrator
著者	青柳 学, 木村 俊彦, 富川 義朗, 広瀬 精二, 田村 英樹, 高野 剛浩
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2006年春季
ページ	1057-1058
発行年	2006-03
URL	http://hdl.handle.net/10258/1656

円環振動子を用いた高速超音波スピンドルモータの性能向上の検討

その他（別言語等）のタイトル	The improvement of an ultrasonic spindle motor using an annular plate vibrator
著者	青柳 学, 木村 俊彦, 富川 義朗, 広瀬 精二, 田村 英樹, 高野 剛浩
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2006年春季
ページ	1057-1058
発行年	2006-03
URL	http://hdl.handle.net/10258/1656

円環振動子を用いた高速超音波スピンドルモータの性能向上の検討*

○青柳 学, 木村俊彦 (室蘭工大), 富川義朗 (山形大・工),
広瀬精二, 田村英樹 (山形大・工), 高野剛浩 (東北工大)

1 はじめに

薄型マイクロファン、光ディスク、HDD などへの応用を目的に筆者らは矩形状や円環状などの高速超音波スピンドルモータを検討してきた^[1-2]。小径の回転軸を摩擦によって駆動することで高速回転を実現している。矩形状の超音波スピンドルモータは薄型で容積を小さく抑えることができるが、回転体の半径部にしか配置できないため、空間の有効利用に不利な面がある。一方、円環状では回転軸の周囲に圧電セラミックスを配置している構造上、有効に空間を利用できる特徴を持つ。以前の円環状モータは2つの振動片を有し、厚さ方向の予圧による回転軸端部での複数点接触であったため安定性に問題があった。本文では回転軸に面内方向に予圧する構造にし、性能の改善を試みた結果について報告する。

2 構成と動作原理

2.1 ステータ振動子の構成

Fig.1 にステータ振動子と回転軸を示す。円環振動子の非軸対称振動((1,1))モードを利用する。ステンレス製の振動体(厚さ: 0.2mm)の表裏面に圧電セラミックス(厚さ: 0.2mm)が接着されている。電極は2分割されており、互いに異なる厚み方向の分極が施されている。表裏面の圧電セラミックスは振動体に向かって同じ分極方向になるように配置されている。全ての電極に同じ交流電圧を加えることによって((1,1))モードを励振できる。内周に斜辺を持つ振動片、外周にはT字状の支持部が設けられて、振動を抑制せずに支持できる。

2.2 動作原理

回転軸にステータ振動子の振動片を面内方向に予圧する。Fig.2 に示すように、非軸対称振動((1,1))モードによって、振動片は回転軸

を突っつくように接触する。振動片の片持ち梁の屈曲一次振動モードと非軸対称振動((1,1))モードの共振周波数を近接させているため、回転軸に接触した際に、曲げ変位を受けて振動片先端に楕円変位が生じ、回転軸を高速に回転させる。

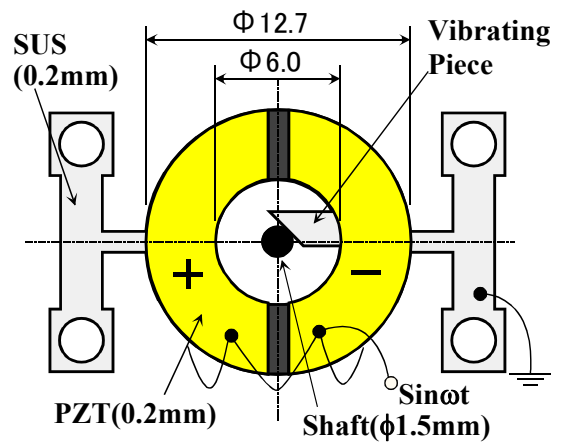


Fig. 1 Construction of a stator vibrator.

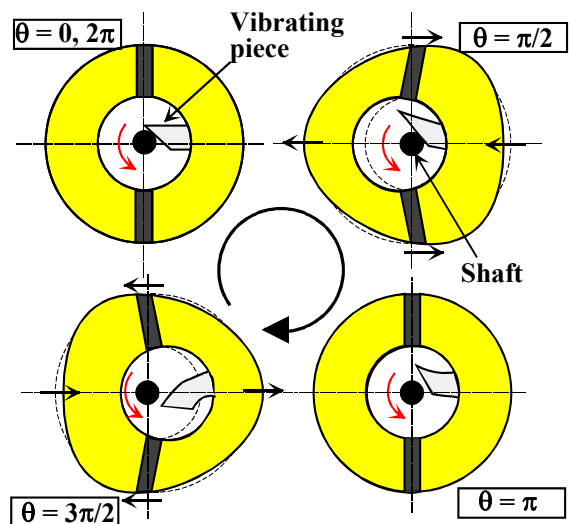


Fig. 2 Vibration mode and operating principle.

*The improvement of an ultrasonic spindle motor using an annular plate vibrator, by AOYAGI, Manabu, KIMURA, Toshihiko (Muroran Institute of Technology), TOMIKAWA, Yoshiro, HIROSE Seiji, TAMURA, Hideki (Yamagata University), and TAKANO, Takehiro (Tohoku Institute of Technology).

3 実験結果

3.1 振動特性および

有限要素法解析によりステータ振動子を設計し試作した。振動子を支持し、予圧が無い状態における入力アドミタンス特性の測定結果を Fig.3 に示す。共振が 172 kHz 付近に見られ、アドミタンス値は 163 mS であった。

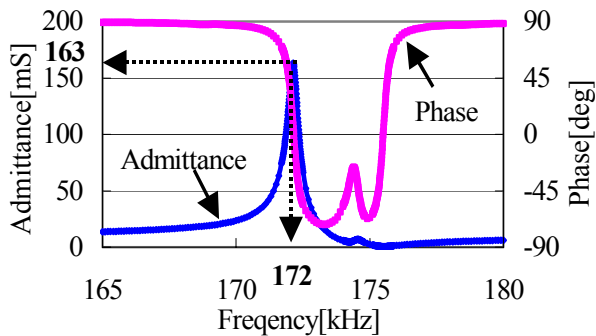


Fig. 3 Input admittance characteristics.

3.2 測定装置

ステータ振動子と $\phi 1.5\text{mm}$ の回転軸を Fig.4 に示すような装置上に配置し、超音波スピンドルモータを構成した。ステータ振動子は予圧用のバネがついたリニアステージに固定されている。また、回転軸は XY ステージ上に固定され、振動片との接触位置を調整することができる。回転軸上部にコードホイールを取り付け光学式回転計またはホトインタラプタにより回転速度が測定できる。

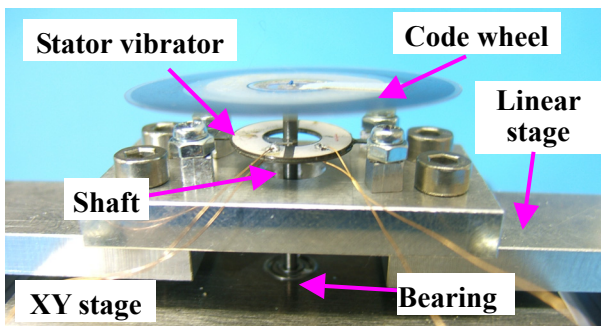


Fig. 4 Ultrasonic motor measurement apparatus.

3.3 測定結果

印加電圧に対する回転速度および消費電力の測定結果を Fig.5 に示す。接触位置は振動片の鋭角部より 1.3mm 離れた位置で最も速い回転速度が得られた。予圧 2.6N, 印加電圧 30Vp-p において駆動周波数 170.9kHz, 回転速度 6,300rpm, 0.91W が得られた。Table 1 に以前の性能との比較結果を示す。回転速度は増

加したが、ステータ振動子を入力アドミタンスが倍増したため、消費電力が増大した。

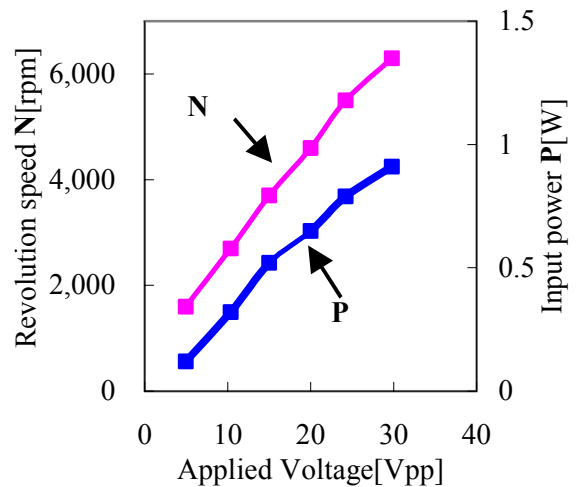


Fig. 5 Measured results of revolution speed and input power to applied voltage.

Table 1 Comparison of former performances with current ones.(Applied Voltage of 30[Vpp])

	Former USM ^[2]	Current USM
Revolution speed[rpm]	5,000	6,300
Input power[W]	0.58	0.91
Admittance[mS]	85.8	163.0
Frequency[kHz]	167.6	170.9

4 まとめ

面内方向で予圧する円環振動子を用いた超音波スピンドルモータを検討した。厚さ方向に予圧する以前のタイプと比較して、振動片を一つにしたことで回転特性が安定し、回転速度の増加が得られた。また、振動子性能が向上したため更に小型化が可能と考えられる。今後、耐久性向上など更に性能向上を図って行く予定である。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究費（特定領域研究・公募研究）ならびにメカトロニクス技術高度化財団の研究助成による。

参考文献

- [1] M.Aoyagi *et al.*, Jpn. Jour. of Applied Physics, 43, Part 1, 5B, 2873-2878, 2004.
- [2] 木村他, :信学会講論集・基礎・境界ソサイエティ大会, A-11-2, 216, 2005.