

円環形超音波スピンドルモータの軸受レス構成の実験的検討

その他（別言語等） のタイトル	Experimental examination of bearing-less construction of ring-type ultrasonic spindle motor
著者	青柳 学, 高野 剛浩, 富川 義朗, 田村 英樹, 広瀬 精二
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2007年秋季
ページ	1285-1286
発行年	2007-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1673

円環形超音波スピンドルモータの軸受レス構成の実験的検討

その他（別言語等）のタイトル	Experimental examination of bearing-less construction of ring-type ultrasonic spindle motor
著者	青柳 学, 高野 剛浩, 富川 義朗, 田村 英樹, 広瀬 精二
雑誌名	日本音響学会研究発表会講演論文集
巻	2007年秋季
ページ	1285-1286
発行年	2007-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/1673

円環形超音波スピンドルモータの軸受レス構成の実験的検討*

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

1 はじめに

情報メディア機器やマイクロファクトリにも応用可能な超音波スピンドルモータが研究されている^[1-4]。1 mm 未満の薄型化や小型化に優れた特徴がある。しかし、回転シャフトを支持する軸受や予圧機構により小型化、薄型化が容易ではない。本研究の目的は円環振動子を用いて、軸受を使用せずにシャフトを支持する方法と回転性能を実験的に検討することである。

2 試作円環振動子

試作した円環振動子を Fig. 1 に示す。円環部の外形および内径はそれぞれ 12.7 mm と 6 mm である。厚さ 0.2 mm の 2 枚の圧電板を 0.2 mm 厚のステンレス板の表裏面に接着している。圧電板の電極は 2 分割され、互いに逆向きの厚み分極処理がなされている。振動子は両側の T 字部で支持され、振動への影響が低減されている。中央に対向して配置された二つの振動片の間に直径 1.5 mm のシャフトを通す。シャフトの安定支持のため振動片先端にシャフトと同曲率のくぼみを形成している。



Fig. 1 Ring-type stator vibrator with vibrating pieces.

3 シャフト支持方法

軸受を用いずにシャフトを支持するため、Fig. 2 に示すようなテーパ加工を施されたシャフトを 2 つの円環振動子で挟み込む構成にした。円環振動子 B を固定し、厚み方向に自由に動く円環振動子 A に上から予圧をすることでシャフトを予圧・支持する。また、シャフトと振動片の接触面のテーパによりシャフトの回転に必要な径方向の予圧も同時に行うことができる。上下の振動片の間隔は 1 mm である。

これまでも異なる方式の超音波モータにおいて、ロータやステータ振動子のサンドウィッチ構成が報告されており^[5-8]、トルク合成が試みられている。本構成においても軸受レス構成のみならず、トルク合成も期待できる。

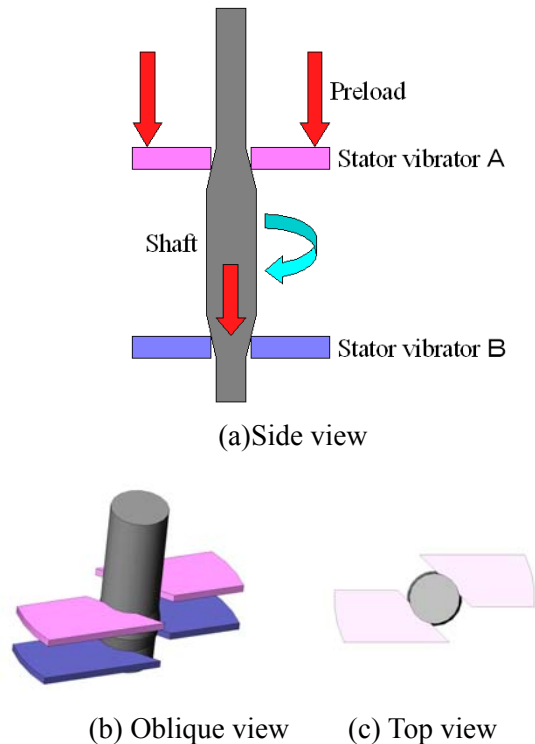


Fig. 2 Shaft support structure by sandwich of two stator vibrators.

* Experimental examination of bearing-less construction of ring-type ultrasonic spindle motor, by AOYAGI, Manabu (Muroran Institute of Technology), TAKANO, Takehiro (Tohoku Institute of Technology), TOMIKAWA, Yoshiro, TAMURA, Hideki and HIROSE, Seiji (Yamagata University).

4 スピンドルモータの試作

4.1 試作構成

サンドウィッチ構成を可能にするために予圧機構を製作した。試作したステータ振動子の特性はほとんど等しく、共振周波数 170.9 kHz、合成アドミタンスは 152 mS であった。

Table 1 Measured resonance frequencies of stator vibrators.

振動子	解析値 [kHz]	測定値 [kHz]	誤差 [%]	組み上げ時 [kHz]
A	167.20	169.20	1.2	170.90
B		169.91	1.6	

シャフトの上部には等間隔に放射状の直線を引いたコードホイールを設置し、垂直に配置した光センサよりの回転速度を計測した。回転時の様子を Fig. 3 に示す。

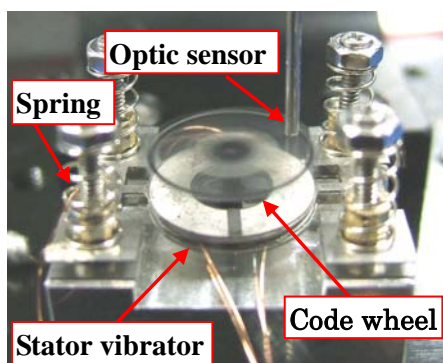


Fig. 3 Shaft support structure by sandwich of two stator vibrators.

4.2 実験結果

印加電圧による回転数と入力電力の結果を Fig. 4 に示す。印加電圧 30 Vp-p、駆動周波数 170.9 kHz で入力電力 1.8 W、回転数 3500 rpm が得られた。また、回転の立ち上がり特性からトルク特性を算出した結果を Fig. 5 に示す。印加電圧 30 Vp-p で 56 $\mu\text{N}\cdot\text{m}$ が得られた。

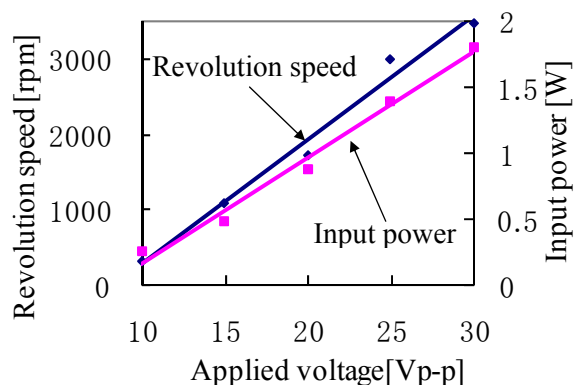


Fig. 4 Measured characteristics of revolution speed and input power.

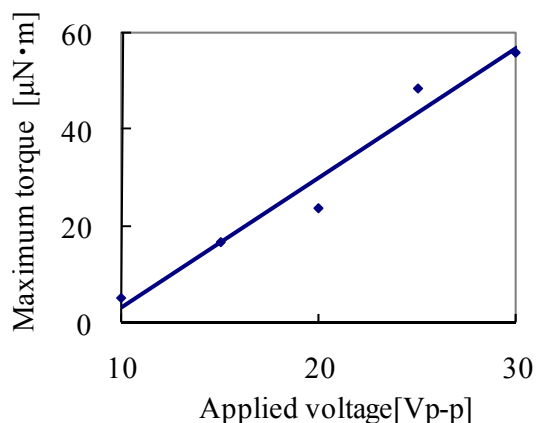


Fig. 5 Measured maximum torques.

5 おわりに

軸受を使用せずにシャフトを支持する構造を試作し、高速回転駆動に成功した。今後の課題として以下のことが上げられる。

- (1) シャフトの横方向の支持の強化による安定化
- (2) トルク特性の改善のため、予圧方法の改善や振動子形状の再検討
- (3) 予圧機構の構成部品の簡素化
- (4) 回転時の摩擦によるシャフトの磨耗対策

謝辞

試作・実験に協力して頂きました本学卒業研究生縄手勇君に感謝申し上げます。また、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金特定領域研究（領域番号438）による補助のもとで行われた。

参考文献

- [1] 青柳, 富川, 高野, 信学技報, US2004-56, 49-54, 2004.
- [2] Aoyagi *et al.*, JJAP, 43, 5B, 2873-2878, 2004.
- [3] 青柳, 川嶋, 石黒, 精密工学会春季大会講演, 1013-1014, 2006.
- [4] Tamura *et al.*, JJAP, 46, 7B, 4698-4703, 2007.
- [5] 青柳他, 音講論 (春), 853-854, 1993.
- [6] 富川他, 音講論 (春), 675-676, 1991.
- [7] Dongzhe Bai *et al.*, IEEE UFFC, 51, 6, 680-687, 2004.
- [8] Aoyagi *et al.*, JJAP, 43, 5B, 2884-2890, 2004.