

超音波定在波と進行波を用いた微小物体の非接触自転

Noncontact rotation of a small object using ultrasound standing wave and traveling wave

同志社大, ○(B) 山本 詠明, (M1)中岡 夏海, 小山 大介

Doshisha Univ., ○Eimei Yamamoto, Natsumi Nakaoka, Daisuke Koyama

E-mail: dkoyama@mail.doshisha.ac.jp

1. はじめに

振動板と反射板間の空中に発生する超音波定在波中では, 微小物体は音響放射力と重力とが釣り合う音圧の節の位置付近で浮揚する. さらに音場を空間的・時間的に制御することによって物体を非接触で搬送することが可能である^[1,2]. 本報告では, 超音波による微小物体の非接触高速自転について実験的に検討を行った. 将来的には液体の物性計測などへの応用が期待できる.

2. 実験方法

実験装置は 2 つのホーン付ボルト締めランジュバン型振動子 (BLT) をネジ締結したアルミニウム製振動円板 (厚さ 3 mm, 直径 210 mm) と振動板直上に設置した円形反射板 (直径 210 mm) で構成される (Fig. 1). 振動円板の共振周波数 31.5 kHz の同相連続正弦波信号を各 BLT に入力し, 振動板にたわみ振動を励振させた. 振動板・反射板間の空中に超音波定在波が発生する様, 板間を約 30 mm に調整した. この状態では, 定在波中において発泡スチロール球 (径約 4 mm) が浮揚し, 振動板 (x 軸) に対する反射板の角度を 0.55° (板間の最短および最長距離を 28 mm および 30 mm) に設定することにより物体の非接触自転を試みた. 物体の回転速度を高速度カメラによって, 板間の音場をプローブマイクロホンでそれぞれ測定し, 音場と物体の自転の関係について検討を行った.

3. 結果と考察

板間の音場中にはいくつかの水平方向節線が存在し, 物体は振動円板中心軸の節線上にて浮揚・回転した (Fig. 2). Fig. 3 は BLT に流れる入力電流と物体の回転速度の関係を表しており, 入力電流, すなわち音圧振幅と共に回転速度は増加する傾向が得られた. 反射板の角度が 0° と 0.55° の場合における板間の音場を比較した結果, 反射板の傾斜によって音圧分布は変化し, 鉛直方向の定在波成分に加えて反射板傾斜方向 (x 方向) に伝搬する進行波が発生することがわかった. すなわち定在波成分によって

物体は浮揚・捕捉され, 進行波成分によって物体の自転運動が引き起こされたと考えられる.

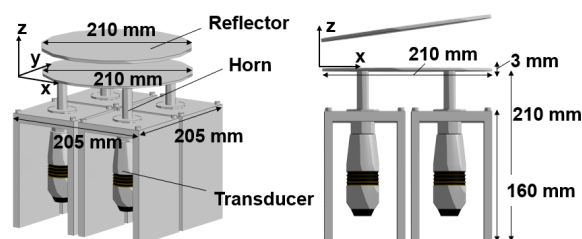


Fig. 1 Configuration of the ultrasound vibrators and the reflector.

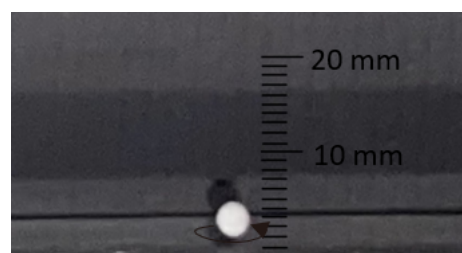


Fig. 2 Photograph of a rotating object in the ultrasound field.

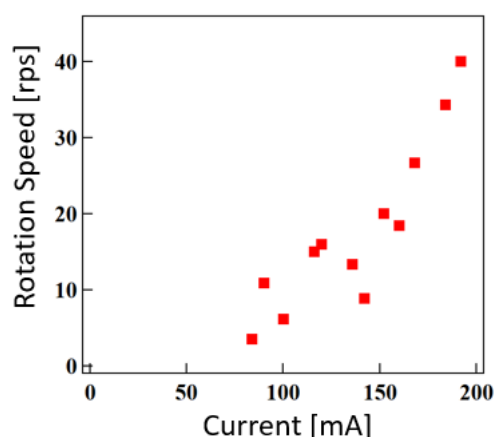


Fig. 3 Relationship between the input current to the BLT and the rotation speed of a small object.

参考文献

- [1] D. Koyama, K. Nakamura, IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., 57, 1152 (2010)
- [2] D. Koyama, K. Nakamura, IEEE Trans. Ultrason., Ferroelect., Freq. Contr., 57, 1434 (2010)