

五、结 论

空气声换能器的研究已向兆赫频段发展,其设计关键是寻找合适的低阻抗、低衰减的匹配材料。辅以适当的电路匹配,换能器的收-发相对带宽可望达到30%。高频空气声换能器的研制,必将推动超声波技术在机器人控制、材料无损评价以及其它方面的应用研究,并在科研、工业生产上发挥积极的作用。

参 考 文 献

- [1] Fox J. D., Khuri-Yakub B. T. and Kino G. S., 1983 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 581—584.
- [2] Tone M., Yano T. and Fukumoto A., *J. A. Phys.*, 23-6(1984), L436—438.
- [3] Canali C. et al., *Sensors and Actuators*, 2(1981/1982), 97—103.

- [4] Fox J. D., Khuri-Yakub B. T. and Kino G. S., 1985 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 463—467.
- [5] Stearns R. G. and Kino G. S. In *Photoacoustic and Thermal Wave Phenomena in Semiconductors* (ED. A. Mandelis), Esclavier Sci., Publishing Co. Inc., New York, 1987, 201—335.
- [6] Wang Z. Q., Thèse de Doctorat de l'Université Paris 6, n° 87/PA6/6668, 1987, Paris, France.
- [7] Pugh A., Robot Vision, IFS (Publications) Ltd., Springer-Verlag, 1983.
- [8] Schoenwald J. S. and Martin J. F., 1983 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 577—580.
- [9] Kleinschmit P. and Mágóri V., 1985 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 457—462.
- [10] Ermert H., 1986 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 555—558.
- [11] Higuchi K. et al., 1986 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 559—562.
- [12] Ma Y. L., Intelligent Robot and Computer Vision, SPIE 726(1986), 355—362.
- [13] Richardson J. M. et al., 1984 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 831—836.
- [14] Deka M., 1987 IEEE Ultrasonics Symposium Proceedings, 543—456.

由瞬态响应的测量来估算超声马达的负载特性

为测量超声马达的一些特性,如最大力矩、负载特性(即力矩-速度特性)、转子和定子接触面上的摩擦系数等,本文提出一种由瞬态响应来估算的方法,由接通电源时马达转速阶跃响应的上升曲线可算出其负载特性,而由切断电源时的下降曲线得出接触面的摩擦系数。本方法测量时间短,故不受因温升导致的共振频率漂移等一些问题的困扰。对一混合换能器型旋转马达得到的负载特性与用拉重法所得结果符合很好。对一行波直线马达则考察了摩擦材料的杨氏模量和摩擦系数等参数对马达性能的影响。

方法原理如下

1. 阶跃响应和负载特性间的关系

在定子振动建立时间远小于转子速度建立时间的条件下,可以认为支配瞬态响应的仅是负载的运动方程

$$T = J \frac{d\Omega}{dt} \quad (1)$$

式中 J 是负载(包括转子)的转动惯量, T, Ω, t 分别是驱动负载的力矩、转子的角速度和时间。多数情况下负载特性可表示为一直线,即

$$\Omega = \Omega_0(1 - T/T_0) \quad (2)$$

式中 Ω_0 和 T_0 是空载转速和最大力矩。由式(1)和(2)得微分方程

$$\Omega - \Omega_0 = -J \frac{d\Omega}{dt} \frac{d\Omega}{dt} (\Omega - \Omega_0) \quad (3)$$

本方程的解给出瞬态响应的上升部分为

$$\Omega = \Omega_0[1 - \exp(-t/\tau_r)] \quad (4)$$

式中升起时间 τ_r 是

$$\tau_r = J\Omega_0/T_0 \quad (5)$$

算出转子速度曲线上上升段上每点的 $d\Omega/dt$ 后,由(1)式可算出负载特性,同时测量输入电功率 P_{in} 的阶跃响应可确定效率 η 和负载的关系曲线。效率 η 按下式计算

$$\eta = \frac{T(N \cdot m) \times \Omega(rad/s)}{P_{in}(W)} \times 100(\%) \quad (6)$$

2. 转子和定子间摩擦系数的估算

当定子断开电源后,摩擦力矩 T_f 起制动作用

$$T_f = \mu Fr \quad (7)$$

式中 μ, F 和 r 分别表示摩擦系数、转子和定子间的法向静压力和其接触面的曲率半径。则转子速度曲线的下降段为

$$\Omega = \Omega_0(1 - t/\tau_f) \quad (8)$$

式中

$$\tau_f = J\Omega_0/T_f \quad (9)$$

故测量 τ_f 后可算出摩擦系数。

(严仁博 摘译自 *IEEE Trans., UFFC* 38-5(1991), 481.)