

抗以及有效机电耦合系数等性能参数进行了测量。

4.在大功率状态下,对换能器在不同共振频率下的振动性能进行了定性的测量及观察。

5.实验结果表明,该换能器可以在不同的共振频率上共振,并且对应换能器的不同共振频率,换能器的等效阻抗比较接近,在大功率情况下的振动也比较理想。

6.本文研制的多频超声换能器辐射声场比较均匀,可望应用于超声清洗以及声化学反应器中。

7.在以后的工作中,将对该换能器在不同共振频率下的辐射效率等参数进行研究。

B6 扭转振动夹心式压电超声换能器的研究

阎向宏 张福成*

(石油大学数理系 山东东营·257062)

夹心式压电超声换能器,以其较小的体积和重量而获得较大的声能密度和高的机械强度,在功率超声中的应用极为广泛。以前,人们的注意力主要集中于对压电纵振动超声换能器的研究、开发和应用,对压电纵振动换能器的研究理论已比较成熟。但是对压电扭转振动换能器的研究理论还有待进一步的发展和完善。本文以扭转振动的波动方程为出发点,考虑到一维近似条件,推导出了扭转振动夹心式压电超声换能器所满足的共振频率方程是:

$$\operatorname{tg}(k_{11} \times l_1) \operatorname{tg}(k_{12} \times l_2) = Z_1 / Z_2$$

$$\operatorname{tg}(k_{13} \times l_3) \operatorname{tg}(k_{14} \times l_4) = Z_3 / Z_4$$

其中: k_{11} 、 l_1 ; k_{13} 、 l_3 分别是前后质量块中扭转波的波数和质量块厚度

k_{12} 、 l_2 ; k_{14} 、 l_4 分别是产生扭转振动两压电陶瓷片中扭转波的波数和压电陶瓷片厚度。

给出了这种扭转振动夹心式压电超声换能器的一般设计方法,利用这种方法,设计了两个扭转振动夹心式压电换能器。经测试,理论计算和实验结果基本符合。

夹心式扭转振动压电换能器在超声波焊接、超声波打孔和近几年发展起来的超声马达中有其广阔的应用前景。在超声波焊接方面,有其优于压电纵振动换能器的优点。压电纵振动换能器用于超声波焊接时,在两焊件之间一次产生一个焊点,而用扭转振动换能器时,在两焊件之间一次可以产生一圆周焊点,实现所谓的“环焊”比较容易,焊接的强度、效率均可大大提高。除此之外,压电扭转振动换能器还被用于测量材料的剪切动力负载等方面。

B7 纵扭复合振动夹心式压电超声换能器的研究

阎向宏 张福成*

(石油大学数理系 山东东营·257062)

在介质中,纵波的传播速度和扭转波的传播速度不相同,前者约为后者的1.6倍。所以在

*陕西师范大学声学所 西安·710062

相同长度的棒中,纵振动和扭转振动难以有相同的共振频率。考虑到变截面杆(指数杆,悬链线杆)的弯延指数 β ,对在其中传播的纵波的传播速度和扭转波的传播速度的影响程度不同,本文从纵振动和扭转振动的波动方程出发,结合复合振动换能器各组成部分在一维条件下,纵振动和扭转振动的等效网络,以一维声传输线理论为基础,推导出了复合振动换能器所满足的纵振动和扭转振动共振频率方程,通过合理地选择变截面杆的弯延指数 β ,从而设计出了在同一长度下,纵振动的一次谐波和扭转振动的二次谐波可以共振的纵-扭复合振动换能器,并对影响弯延指数 β 的因素进行了初步的探讨。

前苏联的著名学者罗森别格,在他的著作《高强超声源》中介绍了一种较早的纵-扭模式转换振动系统。这种振动系统的工具头,除了可以做纵振动外,还可以做扭转振动。当把这种复合振动系统用于金属材料的钻孔加工时,经测试,可以降低扭转力矩40%~50%。加工的效率得到较大提高。该复合系统用于金属材料焊接时,在不到1秒时间内可以把0.1mm+0.1mm厚铝片焊在一起。由于没有精确理论来分析、计算工具头上所刻螺纹形状和深度,所以这种振动系统难以普及应用。

本文所研究的纵-扭复合振动换能器,它的两种振动模式——纵振动和扭转振动,分别由沿厚度方向极化的压电陶瓷(L)和沿圆周方向极化的压电陶瓷(T)来激励产生,其应用更为广泛。除了应用于超声波焊接、超声波打孔、超声波切割等方面,这种复合振动换能器,在这几年特别热门的超声马达中也将有其极为重要的用途。

B8 几种扭振复合超声变幅杆的研究

阮世勋

(佛山大学 广东佛山·528000)

本文从扭振方程出发,导出两端是圆柱形段中间为变截面段的复合型扭振超声变幅杆的频率方程和参数计算通式。这些通式适用于(I) $l_1=l_2 \neq 0$; (II) $l_1=0, l_3 \neq 0$; (III) $l_1 \neq 0, l_3=0$ 和(IV) $l_1=l_3=0$ 的三段式复合杆和只有两端的复合杆及变截面简单型等各种扭振杆。

本文以变截面段 l_2 分别是(1)指数形;(2)类圆锥形;(3)类悬链线形和(4)类余弦形代入,对上述I~III大类12种复合杆在各不同 kl_1 或 kl_3 时参数随直径比 N 的变化情况进行了计算机计算和编表,并绘制了各类复合杆所能达到的最大放大系数 $M_{0,max}$ 和取得该值时的直径比 N_x 随 kl_1 或 kl_3 的变化情况,各类复合杆性能参数随 N 的变化情况等曲线。曲线表明,第1种 l_2 的第I类复合杆在 $kl_1=kl_3$ 近似 0.3π 时,其 $M_{0,max}$ 可以很大,第2种第4种 l_2 的第III类复合杆的放大系数 M_0 很小,第3种 l_2 的则相当大,第1种 l_2 的次之。然而第1种 l_2 的第I类和第III类复合杆所允许的直径比较小,第3种 l_2 则非常小,对于许多场合均不能满足要求。类圆锥形及类余弦形杆不是很理想的简单形扭振杆,但却可组成综合性能很好的第I和第III类复合杆以弥补指数形和类悬链线形变截面段的上述缺陷。这两种杆所组成的复合杆,其 M_0 随 N 的变化曲线均呈驼峰状,峰值一般在 $N=2.2\sim 4.2$ 之间。