

# 环氧-钨粉背衬工艺及其应用

诸国桢 周铁英

魏建新

(清华大学声学研究室)

(地矿部南京石油物探所)

1985年5月27日收到

本文实现一种用真空抽吸环氧法制成背衬的工艺。声阻抗率可达  $30 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。背衬棒用于低超声频换能器,可以得到单极或双极的声脉冲。

背衬对于脉冲换能器是一个关键问题。早在60年代就知道,用高损耗材料做背衬,当背衬材料和换能器材料的声阻抗匹配时,就可以得到一个单极(阶跃电压激发)或双极(近于换能器半周期的脉冲激发)的声压脉冲<sup>[1]</sup>。

常用PZT材料的声阻抗率,例如PZT-4的  $\rho c \sim 34 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。环氧-钨粉用作背衬已有20多年,Redwood做到的声阻抗率  $\rho c = 19 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ <sup>[1]</sup>, S. D. Chartes等做到  $\rho c = 26 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ <sup>[2]</sup>,但工艺均未报道,最近, G. C. Low等用环氧和钨粉压制背衬<sup>[3]</sup>,其声阻抗率可以调整到和PZT材料较准确地匹配,并制成10MHz的短脉冲换能器。而常用的混合调配法所能达到的声阻抗率约为  $10 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$  左右。

我们用真空抽吸法制成环氧-钨粉棒(即用真空将环氧吸入钨粉的空隙,得到致密的效果)。以两个样品为例,样品1(直径8.65mm,长5.92mm),密度  $\rho = 15 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ ,无界媒质中的声速  $c_l = 2.0 \times 10^3 \text{m}/\text{sec}$ (在1.2MHz用脉冲重叠法测),同时测出衰减系数约为38db/cm,声阻抗率(体纵波的)为:  $\rho c_l = 30 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。样品2(直径11.8mm,长41.1mm),密度  $\rho = 13.2 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ ,棒中声速  $c_l = 1.83 \times 10^3 \text{m}/\text{sec}$ (主频100K·C的声脉冲测),声阻抗率(棒中纵波的)为  $\rho c_l = 24 \times 10^6 \text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}$ 。两个样品的密度差异主要决定于钨粉的紧装密度。

从理论上讲,假定钨粉为均匀小球的密堆积,其空隙均为环氧填满,则环氧、钨粉的体积比当为:2.6:7.4,这样,环氧-钨粉样品的密度可达  $\rho = 14 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ (金属钨的密度取  $19.3 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ ,固化后的环氧的密度取  $\rho = 1.18 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ )。用同样数据计算我们的样品1,其环氧钨粉体积比当为:3.2:6.8。进一步提高背衬密度的潜力已经很小,改变环氧配方也许还可以调整声速。

无论从换能器等效电路分析以及我们的实

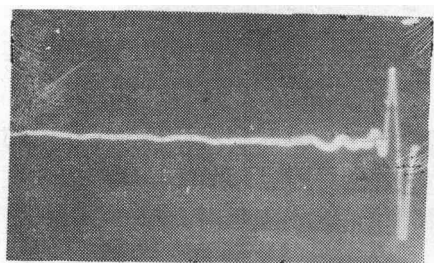


图1 在脉冲电压(下面的波形)激发下,一对相同的换能器直接耦合时所收到的电压波形(上面的波形)

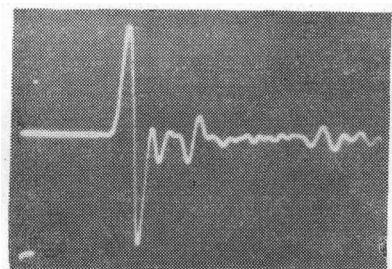


图2 同一对换能器,传过有机玻璃棒后收到的电压波形。

(下转第31页)

质必须在耳蜗内达到相当高的浓度才能发挥作用,不象一些典型的递质如乙酰胆碱只要到达  $0.5 \times 10^{-5} \text{M}$  即能发挥其效应,而 L-天门冬氨酸要到达数个 mM 的数量级才能起作用。3. 迄今尚未发现其相应的受体及其代谢酶。

然而,在交叉灌流实验中,声音刺激强度、频率、声源距离、方位以及灌流速率均保持恒定。并保持听泡内无积液。实验条件不变,反应量增加。说明 L-天门冬氨酸可能参与耳蜗传入突触的传递,很可能在耳蜗传入突触传递的过程中起着突触传递调制物的作用。

### 参 考 文 献

- [1] Z. L. Kruk and C. J. Pycoc, *Neurotransmitters and Drugs*, 1977, 114.
- [2] I. Thalmann, et al., *J. Acoust. Soc. Am.*, 66 (1979), 347.
- [3] R. Thalmann, et al., Steep gradients of amino acids between cochlear endolymph and peri-

lymph. *Laryngoscope*, 1981, XCI (II), 1981. 1785—1791.

- [4] H. Davis, *Annals of Otolaryngology and Rhinology*, 67(1958), 789—801.
- [5] G. V. Bekesy, *Experiments in hearing*, E. G. Wever (Ed), McGraw-Hill, New York, 1960.
- [6] M. Lawrence, *Annals of Otolaryngology and Laryngology*, 76(1976), 267—312.
- [7] D. R. Curtis and G. A. R. Johnstone, *Ergeb. Physiol. Biochem. Exp. Pharmacol.*, 69(1974), 97—188.
- [8] B. Melamed, et al., *Hearing Research*, 7(1982), 13—18.
- [9] P. S. Guth, et al., *Pharmacol. Reviews*, 28 (1976), (1976), 95—125.
- [10] I. Furukana, et al., *Japan J. Physiol.*, 22(1972), 617—635.
- [11] W. F. Sewell, et al., *Science*, 202(1978), 910—912.
- [12] S. D. Comis and G. Leng, *Exp. Brain Res.* 36 (1979), 119—128.
- [13] R. B. John, *Physiological Basis of Medical Practices*, 1973, 8—20.
- [14] J. E. Medina, et al., *Neuroscience*, 6- 3(1981), 505—509.

(上接第35页)

验结果,这样的背衬已经可以得到较好的单极(阶跃电压激发)或双极(近于换能器半周期的脉冲激发)声压脉冲。

用上述背衬装配成低超声频窄脉冲换能器,主要用于地壳的比例模型试验。用直径 7.0 mm 的,基频 200kHz 的 PZT-5 压电片装配成一对换能器,背衬的长度大于五倍波长(钨棒中的),把这对换能器直接耦合,一发一收,在脉冲激发下,可以收到一个双极电压脉冲(图 1),并且看不到从钨棒另一端反射的回波讯号。图 2 是用同样一对换能器,以直径 10mm,长 160mm 的有机玻璃棒为传播媒质,在脉冲激发下,一发一收所得到的电压波形;第一个双极脉冲为纵波,接下去可以看到横波和第二次反射波。

从图 1 测出,激发脉冲的峰值为 10V,接

收电压的第一个视周期的峰峰值为 2V。

有关换能器的装配工艺<sup>[4]</sup>及波形和频率的计算<sup>[5]</sup>另有报道。这种换能器在地壳比例模型上试用,改善了对层状结构的分辨能力。

感谢李明轩同志提供钨粉;查济璇同志测量声速。

本研究经费得到地质矿产部碳酸盐岩攻关办公室的支持。

### 参 考 文 献

- [1] M. Redwood, *Appl. Mat. Res.*, 2(1963), 76.
- [2] S. D. Charters, *IEEE Trans.* US-25(1978), 115.
- [3] G. C. Low and R. V. Jones, *Ultrasonics*, 22 (1984), 22.
- [4] 魏建新等,已投《石油物探》。
- [5] 周铁英等,待发表。