

压敏晶体管机-电换能器的工艺和组装

徐志明 赵克勤

(上海电讯器材厂) (国营红声器材厂)

1982年1月5日收到

本文介绍了压敏晶体管的主要制作工艺以及采取组装方式将其装配成机-电换能器的方法。这种压敏晶体管机-电换能器很有希望将其扩展成为一种多用途器件。

一、引言

研制一种结构简单、装配方便、性能稳定的压敏晶体管换能器以使半导体各向异性应力效应(ASE)走向实用化是具有现实意义的。

笔者旨在希望应用半导体的这种压敏效应研制出一种多用途的独立器件。为此,摆脱了国际上用大振膜直接与压敏晶体管耦合施压的“传统”方法,而采取把晶体管制成一只可以单独成立的器件——压敏晶体管机-电换能器的方法。

笔者所研制的这种换能器的基本结构形式如图1所示。

研制时所用的管芯图形为普通的硅平面开关管3DK4图形。管芯同管座之间的连结采用和普通晶体管的工艺方法相同的银浆还原法,唯一的要求就是必须使管芯置于管座的中心位置上。考虑到温度对器件的影响,其结构元件诸如管座、座圈均采用线膨胀系数较小的1J50可伐合金制成。

座圈是以成品的3DK4的管帽用车床割短到所需尺寸,经电镀后焊于装好管芯的管座上。但由于现成的管帽乃是用铁皮冲制而成,故其线膨胀系数较大,不够理想。小振膜是用0.03—0.05 mm厚的不锈钢引伸成型的;最外层的罩

圈也用不锈钢车成;施力用宝石针,长为2.5mm,直径为0.5mm,针尖半径 $\leq 20\mu\text{m}$ 。

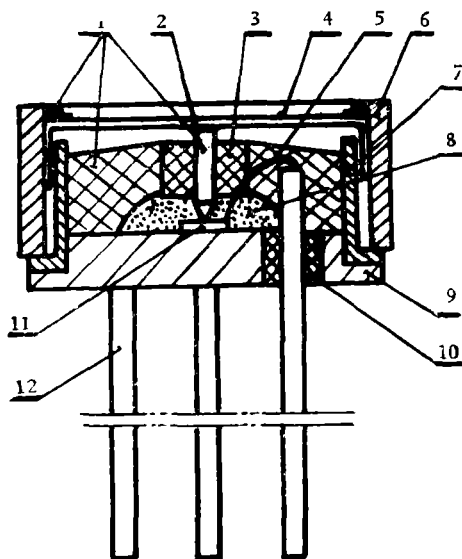


图1 压敏晶体管机-电换能器结构示意图。

1. 环氧树脂, 2. 宝石针, 3. 环氧轴承, 4. 振膜,
5. 引线, 6. 罩圈, 7. 座圈, 8. 硅橡胶, 9. 管座,
10. 玻璃绝缘子, 11. 管心, 12. 管脚

笔者研制的这种压敏晶体管机-电换能器的尺寸为 $\phi 9.2\text{mm} \times 5\text{mm}$;振膜面积约为 0.48cm^2 ;工作电压 $BV_{ceo} = 6\sim 24\text{V}$;工作电流 $I_c = 3\text{mA}$;重量为1.2g。现将压敏晶体管机-电换能器的主要制作工艺和组装方法简介如下,以供有关人员参考。

b. 结深的测量

由图 3(a) 可得出如下关系式:

$$\operatorname{tg} \theta \approx x_j / d \cdots \cdots$$

其中, θ 角是已知的小角, 用测量显微镜可测得 d , 用上式即计算得结深 x_j .

三、压敏晶体管机-电换能器的组装

1. 压敏晶体管特性检验

(1) 在读数显微镜下, 借助定位装置^[*]检查管芯在管座上的正确位置.

(2) 在 JT-1 型晶体管特性图示仪上按普通晶体管要求检验压敏晶体管特性.

(3) 借助预应力施加装置^[*]检查压敏晶体管的静压和动压特性.

静压特性: 用曲率半径为 $10\mu\text{m}$ 的红宝石针在晶体管发射区的规定区域加不大于 10g 的力, 此时晶体管的 β 值应下降 $10-20\%$ 左右.

动压特性: 在上述条件下, 用振荡器给实验装置的施压线圈输入 1000Hz 的交变信号, 调节 JT-1 型图示仪的基极电流, 使 SB-10 型示波器得到最大的不失真输出. 记录 I_b 、 I_c 输入和输出等有关数值.

2. 部件的制作和装配

(1) 环氧轴承的制作

用黄铜棒车制如图 4 中的型芯和用塑料板制成如图 4 中的底座, 将型芯插入底座, 并注入硅橡胶 (配比为: $107^{\#}$ 硅橡胶: 丁二基锡: 正硅酸乙酯 = $100:1:5$) 固化后拔去型芯, 即为制作环氧轴承的模型了. 然后将所用宝石针的表面

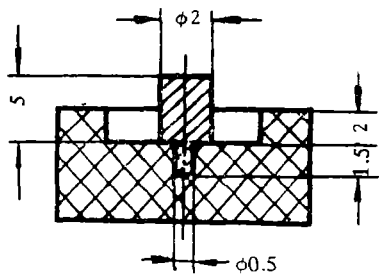


图 4 环氧轴承模型示意

应用声学

涂一层薄薄的油脂 (但油脂不可涂得太厚, 否则会影响配合精度), 插入模型的小孔中, 并注入环氧树脂, 待固化后取出即成为图 5 所示的与宝石针成精密滑动配合的环氧轴承了.

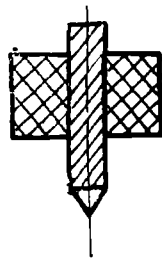


图 5 与宝石针配合的环氧轴承

(2) 将环氧轴承压入弹性板, 待用.

3. 器件的组装

(1) 器件组装的顺序如图 6 所示

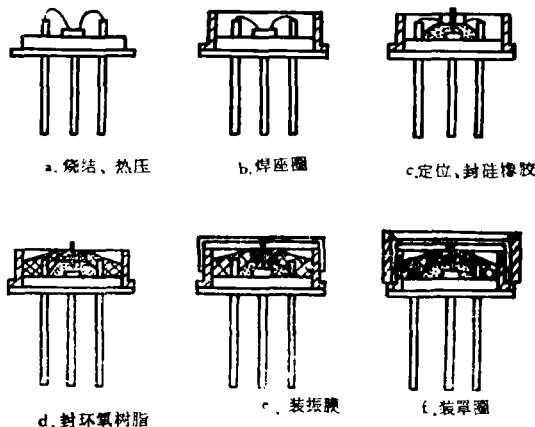


图 6 压敏晶体管机-电换能器主要装配顺序

由图 6 可见, 器件的装配是十分简易和方便的.

(2) 主要装配工序的简要说明

- 用银浆还原法烧结管芯;
- 用电焊封帽法把座圈与管座封接在一起;
- 将管芯夹持在定位装置上, 并与 JT-1 型晶体管图示仪相连接, 调出合适的 H_f 图形显示值, 然后将弹性板组合放入座圈, 并在周边

[*]: 定位装置和预应力施加装置系笔者于整个压敏晶体管换能器(送话器)研讨过程中自制的非标准专用设备.

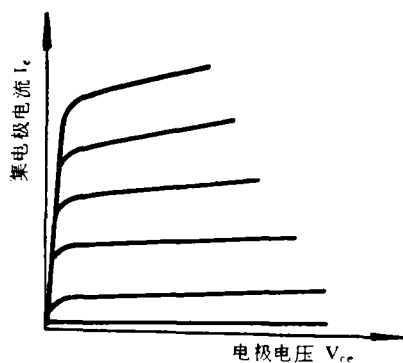


图 7 未施压的 H_{fe} 图形

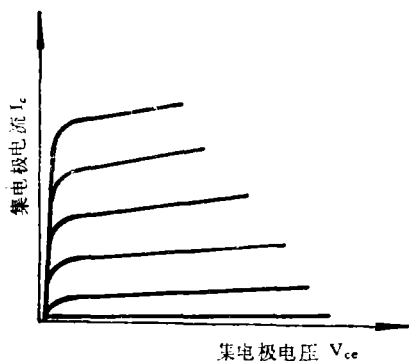


图 8 加预应力后的 H_{fe} 图形

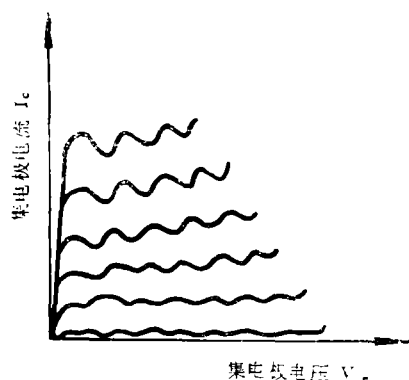


图 9 加预应力并有声压调制时的 H_{fe} 图形

滴入少量环氧树脂。此时将带有环氧轴承的宝石针借助定位装置的 $x-y-z$ 三维显微操作器并在规定的声压激励下将其加于晶体管的灵敏点上。灵敏点的选取是在 JT-1 图示仪的监视下完成的。图 7—图 9 表明了同一晶体管在不同条件下的输出特性曲线。灵敏点的灵敏与不可

根据图 9 中的峰—峰值来判别，峰—峰值越大则越灵敏。灵敏点的选取是整个装置装配过程中极为重要的一环，必须给予极大的关注。当灵敏点选定后，即在针尖处注入同上配比的硅橡胶进行封固。硅橡胶注入量以覆盖整个管芯环氧轴承的高度的一半为宜。封装后在室温或 50°C 下固化；

d. 注入环氧树脂，填充量以达到与环氧轴承上端面水平为宜，于室温下固化 5 小时以上，然后于 80°C 下固化 2 小时；

e. 在宝石针的顶端及座圈的周边上端涂以少许环氧树脂，小心地套上不锈钢振膜，在图示仪监视下，借助预应力施加装置来调整预应力。这个力的大小以压缩原有 H_{fe} 值的 10—20% 为宜，并在这样的预应力下保持到固化。

f. 在座圈和振膜的周边涂一层薄的环氧树脂，套上罩圈在室温下固化。至此，整个压敏晶体管机-电换能器组装即告完成。

四、结 束 语

这种结构的压敏晶体管机-电换能器的重要特点是：它是一个独立的器件，可以象普通晶体管一样方便地贮存起来；需要时，在其小振膜上配以各种专用结构件即可组成各种用途的机-电换能器。诸如：通信用送话器、拾音器、加速度计、地震仪、电子天平等。

另外，这种小振膜的压敏晶体管机-电换能器由于它的谐振频率较高，所以很有希望做到几十千周的宽频带。

笔者所研制的这种换能器由于采用的振膜面积较小（约为 0.48cm^2 ），所以灵敏度还较低，有待进一步的研究和改进。可喜的是，虽然我们尚未做过定量测量，但在不加放大的情况下，即可用阻抗为 300Ω 的通信受话器听到清晰的语言，若将信号加以放大后再收听，则效果将更佳。