

# 铜箔锥型腔的研制

金轸裕 段惠芬 禹秉熙

**摘要:** 本文叙述了太阳常数测定器有源腔型辐射计传感器 $30^\circ$ 正圆锥型空腔的研制方法。其主要特点是选择一种加工性能好的可溶性材料,加工 $30^\circ$ 正圆锥模型,在其上面镀 $0.1\text{mm}$ 厚的铜,经抛光、切割及溶解模型材料等步骤,获得 $0.05\text{mm}$ 厚的铜箔锥型腔。

## 一、前 言

太阳常数测定器有源腔型辐射计传感器是正 $30^\circ$ 正圆锥型空腔。它是由热传导率较高的铜或银来研制的。国内过去曾用薄铜片或银片围成锥形并焊接而制成锥型腔。然而这种锥型腔厚度不均,表面不平滑,使用效果不佳。国外用 $99.99\%$ 的纯铜或纯银加工这种锥形腔<sup>[1][2]</sup>,因而取得了令人满意的效果。

我们用一种可溶性材料先加工 $30^\circ$ 正圆锥模型,在其表面上进行化学镀、电镀加厚,最后溶解原模型,解决了研制铜箔锥型腔的整套工艺,以较高的成品率研制出铜箔锥型腔。并以类似的方法研制了铜箔柱型腔。

## 二、研 制 工 艺

铜箔锥型腔研制工艺流程如下:

可溶性模型的加工→锥尖的研磨→酸处理→流动冷水洗→碱清洗液处理→流动冷水洗→流动蒸馏水洗→敏化→热蒸馏水洗→活化处理→流动蒸馏水洗→还原处理→蒸馏水洗→化学镀铜→流动蒸馏水洗→电镀加厚→抛光→切割→模型的溶解。

上述流程按其工艺性质,可分六个主要部分: 1. 可溶性模型的加工; 2. 模型表面的前处理; 3. 化学镀铜; 4. 电镀加厚; 5. 表面抛光; 6. 模型的溶解。下面就此六个部分,分别加以详述。

### 1. 可溶性模型的加工

我们选择了一种车削加工性能好,可溶于某一种溶剂而不溶于酸、碱、镀液及各种无机盐的水溶液的一种材料,按图1进行加工。

此模型要求其加工面有一定光洁度,为使其溶解速度快一些,中心孔尽量扩得深。锥尖可加工成 $\phi 1\text{mm}$ 的圆柱,尽量长(如 $5\sim 7\text{mm}$ )。在机械加工结束之后,对锥尖进行手抛光,使其尖部直径达 $\phi 0.25\sim 0.30\text{mm}$ 。

### 2. 镀前处理

(1) 模型表面的除油及清洗: 模型先用 $50\%$ 的硝酸浸泡两昼夜,然后在一定温度下,用碱清洗液浸泡半小时。这种碱清洗液的主要成分是氢氧化钠。这种处理的目的是去除表面油

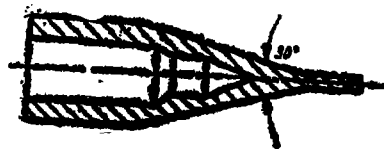
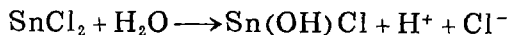


图1 可溶性锥腔模型

污和其他杂质。在表面清洗过程中，要用流动冷水洗，最后用蒸馏水清洗。

(2) 敏化处理：敏化处理是化学镀之前的被镀件表面的化学处理，将模型浸泡于敏化液，在一定温度下不断翻动几分钟即可。敏化液的主要成分是氯化亚锡。配制出来的敏化液应该是透明清亮的。敏化之后，一定要用热的蒸馏水充分清洗。因为  $\text{Sn}^{2+}$  吸附在待镀模型表面的过程是在敏化之后的水洗操作中产生的。清洗时，在待镀模型表面产生氯化亚锡的水解，即



因而在待镀模型表面形成微溶性产物  $\text{Sn(OH)}_{1.5}\text{Cl}_{0.5}$ ，由于凝聚作用的结果，这些微溶性产物在待镀模型表面沉积成厚度由几 nm 到几百 nm 的膜层，给下一步活化处理创造氧化还原反应的条件。

(3) 活化处理：将敏化后的模型在一定温度下，在活化液中浸泡若干分钟即可。活化液的主要组分是氯化钯，活化液也应该是透明清亮的。

活化处理的实质是使活化液与沉积在待镀模型表面上的还原剂反应，将呈胶体颗粒状或微溶性化合物状的催化活性金属沉积在待镀模型表面上，当将此种表面浸入化学镀溶液时，这些颗粒成为催化中心，金属将其还原。

(4) 还原处理：还原处理是通过将活化后的待镀模型浸泡于还原液中来实现的。还原液的主要组分是还原剂，它通常就是化学镀时所采用的还原剂。

还原处理的目的是防止活化处理时在待镀模型表面上所沉留的催化活性金属进入化学镀溶液中，导致化学镀溶液的自然分解。

### 3. 化学镀铜

将上述表面处理后的模型立即浸泡于化学镀液，即可进行化学镀铜。化学镀铜液的主要成分是硫酸铜，此外还有络合剂和还原剂。配完后的镀液应该是深蓝色的清亮液体，其 pH 值达 12—13。溶液中的  $\text{Cu}^{2+}$  的含量及还原剂的含量与沉积速度有密切关系，其含量增高，则  $\text{Cu}^{2+}$  的沉积速度加快，但浓度过高，也促进了溶液的自发分解，使溶液的稳定性下降。

在化学镀铜时温度不宜过高，时间不宜过长。否则，也会使镀液很快失效。

### 4. 电镀加厚

将化学镀铜后的模型用蒸馏水冲洗后，放置于电镀液的阴极端，以  $1 \text{ A/dm}^2$  的阴极电流密度进行电镀加厚。镀液的主要成分是硫酸铜。在镀液中硫酸铜的含量要适宜，其含量过低，则会降低电流密度的上限和镀层光亮；过高，虽可提高电流密度的上限，但会析出结晶和降低分散能力。镀液中也加一些阴离子型表面活性剂。它在阴极移动的条件下，可以扩大低电流密度区的光亮范围和消除镀层表面呈细砂状态。镀层厚度根据电镀加厚的时间来控制。在上述条件下，上镀速度为  $0.03 \text{ mm/h}$ 。

### 5. 表面抛光

为使锥腔表面更加光洁，同时为控制锥腔厚度，有必要进行表面抛光。抛光是在钻床上，用各种细度的砂纸进行。

### 6. 模型的溶解

将抛光、切割后的模型放置于溶剂中即可。过一昼夜后将其捞出，放置于第二瓶纯净溶剂中一小时左右，最后用少量溶剂冲洗若干次，即得铜箔锥型腔。

### 三、锥腔的质量参数

铜箔锥腔的形状如图 2，弯曲的锥尖是为使腔体所吸收的光能量完全吸收而不反射所设计的。

1. 厚度：腔体厚度为 0.04~0.06mm。
2. 锥腔质量：0.2160~0.3613g。
3. 热容：0.0199~0.0333cal/°C。



图 2 铜箔锥腔

### 四、讨论和结论

1. 关于厚度均匀性：锥腔厚度均匀性主要取决于电镀加厚是否均匀，也取决于抛光时腔体在钻床上固定得是否同心。为使电镀加厚均匀，最好要让阴极移动或定时颠倒模型的上下位置。

2. 关于锥腔质量：为使主腔与参比腔的热容值相等或相近，要求在研制中使两个锥腔的质量相等或相近。方法是选两个质量相近的锥腔，若其质量差别较大，可一点一点地用较稀的腐蚀液腐蚀较重腔体的里侧，直至两个锥腔的质量之差仅为几毫克。这样，两个锥腔的热容之差为万分之几。

3. 关于热容：我们研制的铜箔锥腔可做得很薄而使其保持刚性，因此，其热容值很小，这就是说，当光能量变成热能时，提高一度温度所需热能很小，因此其作为探测部件的灵敏度较高，这就是铜箔锥腔的主要优点。

4. 作为研制铜箔锥腔的方法，本工艺是切实可行的。尽管化学镀铜液一般不很稳定，但根据我们掌握的配方，200ml 镀液一次可镀出 15 个左右的锥腔，其成品率为百分之百。

#### 参 考 文 献

- [1] Richard Willson, Appl. Opt., 18, No. 2, 1979
- [2] R.C. Willson, Appl. Opt., 19, No. 19, 1980

### Development of the Thin Copper Conical Cavity

Jin Zhenyu Duan Huifen YuBingxi

#### Abstract

This paper describes a method for developing a 30° regular conical cavity for the active cavity radiometer sensor on the solar constant monitor. The main feature is to select a soluble material with superior process behavior and then it is processed into a 30° regular conical mould. The copper with 0.1mm thickness is electrodeposited on its surface followed by polishing, cutting and mould solving to form a conical cavity with 0.05mm- thick copper.