

## 5.4 脉冲电镀

脉冲电镀原理：正脉冲可使离子快速到达镀件表面及深孔中，某些离子从镀件（电极）上获得电子后成为镀件上的原子。脉冲间歇期可使溶液中的离子有扩散的机会，减小离子浓差，有助于离子的均匀分布。负脉冲可将结合不牢固的金属原子拉回到溶液中成为离子。这样，正脉冲、脉冲间歇、负脉冲交替出现，形成电泳力，增加溶液的扰动，使离子分布更均匀。需要指出的是，电泳力在镀件表面及深孔中的微观扰动最有效，这是用常规的机械搅拌方法难以达到的。从宏观上看，脉冲电镀能更多地形成晶种，而不是一味地使晶体长大，从而使镀层结晶细化、排列紧密、孔隙减少、硬度增加。

脉冲电镀与常规电镀相比，具有下列优点：

1. 节约能量及提高镀件质量：在直流电镀中，加大电流密度会使离子浓度梯度变大，镀件某些部位的离子浓度甚至降到零而析出氢气，大大增加了能耗，且镀层会出现氢脆、针孔、麻点、烧焦和起泡。脉冲电镀在同样的平均电流密度条件下，由于有脉冲间歇期和负脉冲，在很大程度上改善了离子的浓差分布，不会把电能损耗在析出氢气和烧焦镀件上。因此，既节约能量又提高镀件质量。镀件质量的提高主要表现为：镀层孔隙率低，可得到光亮均匀致密的镀层，提高镀层的抗腐蚀性能；较好的结合力和分散力，能增加镀层的密度和硬度，提高延展性和耐磨性。

2. 镀层可以薄一些：在相同的镀层性能指标下，可使镀层厚度减薄  $1/3$ — $1/2$ ，从而节约原材料，这对贵金属来说，具有重大的经济意义。

3. 生产效率高：脉冲电镀大幅度提高了瞬时电流密度，使其平均电流密度有可能大于直流电镀的实际电流密度。因而，加速了电沉积速度，使生产效率增高，至少可减少受镀时间的  $1/3 \sim 1/2$ 。

4. 可改进电镀溶液配方和工艺：在直流电镀中，为了实现合金共沉积、增加镀层的光亮度和改善镀层物理性能，通常要加入络合剂、光亮剂等有毒添加剂。使用脉冲电镀，可以不使用添加剂，有利于环保。

5. 确保镀件几何精度：对于有孔镀件，孔内壁镀层均匀，不会出现肉骨头形状（孔边缘镀层厚，孔中间镀层薄）。对于大面积区域，也将有更好的平整度。从而，更好地保证镀件的几何形状和精度。

### 5.4.1 仪器

可选用的仪器有：RST5000 系列电化学工作站。

### 5.4.2 设定电化学方法及参数

点击工具钮 **T**，选择脉冲电镀法。

点击工具钮 **P**，设置参数，如下图所示：

#### （1）脉冲群

从 X 时间轴看，电镀脉冲是由设计好的“脉冲群”不断重复形成的。

每组脉冲群可由  $1 \sim 8$  个脉冲组成。脉冲以电流形式体现，可为正值，也可为负值。参数解释

如下：

脉冲电流——脉冲的恒电流值，可对每个脉冲进行独立设置。

脉冲宽度——脉冲恒电流持续期，在该段时间内输出该脉冲的恒定电流。

脉冲基线——脉冲间歇期的电流值，通常为零。

脉冲周期——脉冲恒电流期 + 脉冲间歇期。

每个脉冲的周期通常相等。高级应用时也可设为不等，可勾选<独立设置各脉冲周期>实现。



## (2) 电量

电镀效果能以下面两种方式控制：

(A) 运行时间：设定后，按一下<应用>按钮，净镀电量即被计算出来，并显示。

(B) 净镀电量：设定后，按一下<应用>按钮，运行时间即被计算出来，并显示。

净镀电量 = 所有的正脉冲电量 - 所有的负脉冲电量

## (3) 测量

采样间隔——采集样点的时间间隔。应满足：脉冲周期 > 脉冲宽度 > 采样间隔。

电压量程——根据电镀超电势选择，曲线尽量占满量程，不溢出。

## (4) 显示

因脉冲电镀的采样率很高，数据量超大，无法全部传到计算机中。仪器采用抽样显示的方法解决这个问题，即在若干完整波形中抽取一个完整波形传到计算机中。使我们能看到真实的波形。一般地，连续显示群数 = 1，采样间隔越小，抽样显示率就该越小。

### 5.4.3 电镀超电势波形图

