

## 关于 KPFM 模式如何校准探针的功函数

随着科学研究的深入和需要，KPFM 模式的使用越来越广泛。尤其近年来光电材料研究热火朝天，而材料的功函数一定程度上可以解释材料的光电特性。因此，关于探针功函数的校准逐渐被提及。现整理出一个关于如何校准探针功函数的文档，希望对大家有所帮助。需要特别说明的是一般情况下探针不需要校准，而是直接根据已知的探针金属涂层（或者导电材料）的功函数来计算材料的功函数。如果文章审稿意见特殊要求，或者导电探针放置过久担心探针涂层可能氧化或者污染可以考虑探针功函数的校准问题。

### 1. 常见的标准样品:

a) 镀金薄膜或者金的单晶，使用前需要用 H<sub>2</sub> 火焰退火处理，获得新鲜干净的金表面，其功函为 5.1eV

b) 新鲜解理 HOPG, 通常认为其功函为 4.6eV,

### 2. 环境控制

以 HOPG 为例，在大气条件下，如果温度，湿度和气体环境等条件不能很好的控制，新鲜解离的 HOPG 数小时后表面电势发生变化，进而导致探针功函数的校准不准确。理想的 KPFM 功函的测量应该是在真空中进行的。在大气条件下，测试环境是可控的（气体种类，环境湿度，温度等），功函数的结果相对会更准确和更稳定。

校准过程可以在 N<sub>2</sub>, Ar 或者 He 气中进行，这一点非常重要，可以避免由于 O<sub>2</sub> 和湿度在材料表面的吸附进而影响表面电势的校准。

解决办法: cypher ES scanner, 手套箱 或者 环境控制模块. 详见图 1

### 3 校准过程

接触电势差 CPD 是样品和探针之间的功函数差，详见下面公式:

$$V_{\text{CPD}} = (\Phi_{\text{sample}} - \Phi_{\text{tip}}) / e \quad (1),$$

其中  $e$  是基本电荷.

一般来说, 探针功函数的校准多采用新鲜解理的 HOPG。新鲜解理的 HOPG 表面功函数大约为 4.6 eV.

过程如下: 首先 KPFM 模式测量 CPD 值。其次将该数值代入公式 1 可以获得探针的功函数。最后使用具有已知功函数的校准探针, 测量材料的 CPD, 根据公式 1 计算出样品的功函数。



图 1 cypher ES scanner, 手套箱和密闭池

备注:

常见导电探针的功函数

- a) ASYELEC 01, 功函数 4.9 eV
- b) HQ NSC18/Pt, 功函数 5.5 eV
- c) PPP-EFM, 功函数 4.3 eV.

常见材料的功函数:

Pt ~5.5eV	Ir ~5.3eV	HOPG ~4.6eV	Gold ~5.1eV
Ti ~4.3eV	Cr ~4.5eV	Fe ~4.5eV	Ni ~5.15eV
Cu ~4.65eV	Ti ~4.0eV	ITO ~4.7eV	FTO ~4.9eV
ZnO ~4.7eV			