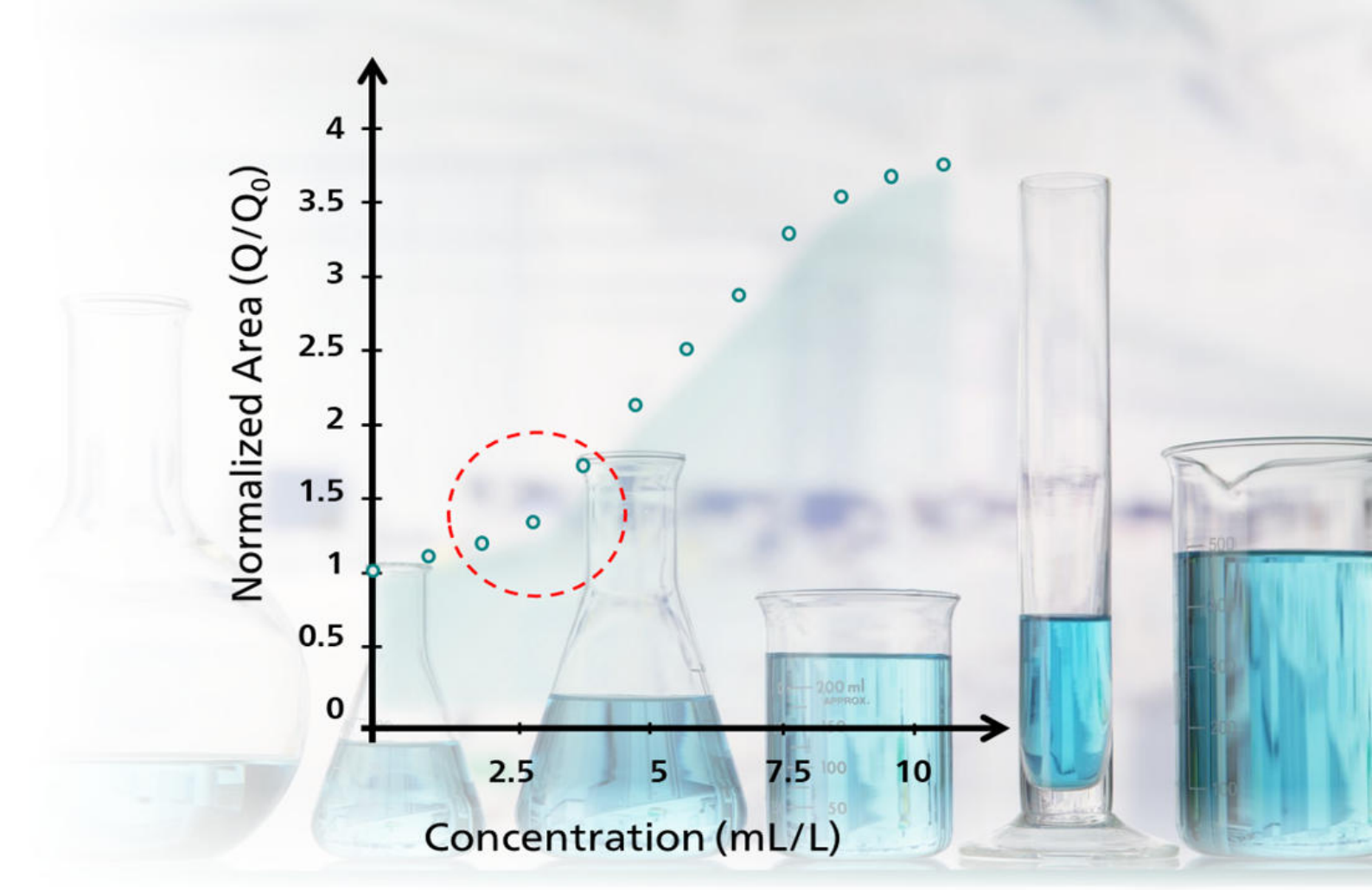

Application Note AN-V-242

睿曲标定法(brightRC)—— 基于响应曲线的光亮剂进阶分析

非线性体系下新一代光亮剂定量检测方案

酸性镀铜工艺中,添加剂的精准管控至关重要。抑制剂、光亮剂与整平剂会直接影响镀层的各项使用性能。循环伏安溶出法(CVS)是行业内监测镀铜液有机添加剂浓度的标准方法。针对光亮剂(加速剂)类添加剂,铜溶出信号会随添加剂浓度升高而增强,因此行业普遍采用标准加入法完成光亮剂定量,例如MLAT或LAT。

上述方法需对每份待测样品逐一做标液添加,且依赖信号线性响应规律,既限制了检测灵活度,又拉长分析时间。外标法无需反复加标,可对信号呈非线性变化的光亮剂实现可靠检测。睿曲标定法(brightRC)可搭配灵活的回归模型,提升电镀制程管控效率;该功能已原生集成在viva 4.0及以上版本的CVS配套软件中。

什么是睿曲标定法（BRIGHTRC）？

睿曲标定法(brightRC)是依托响应曲线的标定方法,采用循环伏安溶出法(CVS)或循环脉冲伏安溶出法(CPVS)测定光亮剂类添加剂,方法名称由此得来。该技术适用于测定电镀铜槽液内的光亮剂含量。本方法以电解液基准值做信号归一化处理:基准液为添加足量抑制剂的空白基础镀液(VMS),该体系对应的光亮剂信号在viva软件中记作Q_0。全部实测信号除以Q_0得到归一化数值,将该数值对应浓度绘图生成外标校准曲线,后续可凭借该曲线完成常规样品检测,无需重复加标。

样品采用和标定一致的检测流程完成测试,信号归一化后依托数学拟合后的校准曲线计算结果。标定与样品检测分步开展,睿曲标定法(brightRC)省去每份样品逐一加标的步骤,大幅提升日常检测效率。

睿曲标定法(brightRC)可搭载二次回归、非线性回归等多种拟合模型,针对线性区间窄、信号随浓度呈非线性变化的添加剂体系实现精准定量,拓宽了可适配光亮剂的配方品类范围。

睿曲标定法(brightRC)与MLAT法的核心区分要点在于标定与样品检测的信号归一化逻辑:该归一化算法可通过数学运算抵消日间检测中自然产生的信号强度波动,提升检测结果稳定性。

睿曲标定法（BRIGHTRC）实际如何应用？

睿曲标定法将标定工作与样品检测拆分为两个独立工序,可根据添加剂体系与浓度区间,选配手动至全自动等多种实操配置方案。

先测定电解液基准信号值,再测试系列标定标准溶液,建立校准曲线(即响应曲线)。校准参数保存后,样品采用相同CVS/CPVS方法检测,无需再次添加标准溶液;软件依托归一化信号与已存校准曲线,自动计算得出样品浓度。

viva 4.0软件为样品检测提供两种实操方案:

1. 换液式睿曲标定法(brightRC with solution exchange)
2. 样品稀释式睿曲标定法(brightRC with sample dilution)

两种方案遵循一致的标定原理,仅在样品前处理方式上存在区别。

针对非线性响应光亮剂应用睿曲标定法（BRIGHTRC）

图 1 展示了信号非线性变化下,不同标定方案对光亮剂定量结果造成的影响。模型体系(图 1A)的校准曲线呈现明显弯曲,说明在所测浓度区间内,检测信号增幅与光亮剂浓度不成正比。

采用 MLAT 等标准添加法时(图 1B),样品及分次加标后的信号依靠线性外推运算,但因各次加标产生的信号增量不满足线性规律,外推得到的浓度轴截距偏离真实值,最终使浓度计算出现系统性误差。

与之相比,睿曲标定法(brightRC)依托预存校准曲线解析样品信号(图 1C),将实测信号直接映射至响应曲线,无需依托线性关联关系,即可实现精准的浓度定量。

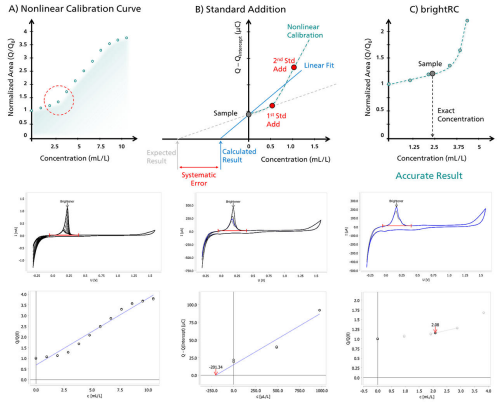

图1. 非线性光亮剂体系下标准添加法与睿曲标定法（brightRC）原理对比，图示数据取自光亮剂模拟体系。

结果

本次对比试验表明:针对信号呈非线性变化的添加剂体系,睿曲标定法(brightRC)的检测结果可靠性更高,可规避标准添加法应用于非线性体系时产生的系统偏差。

睿曲标定法（BRIGHTRC）适用场景

睿曲标定法适用于镀液体系稳定、需要大批量样品常态化管控光亮剂的工况;尤其适配基体组分稳定、电极污染程度低,且添加剂信号随浓度呈非线性变化的体系,在此类场景中优势突出。

若镀液基体波动剧烈、分解产物含量高、电极易严重污损,且待测物浓度与检测信号可保证线性相关时,优先选用 MLAT 等标准加入法,该类方法抗干扰稳定性更优。

Internal reference: AW VA CH4-0641-102025

CONTACT

瑞士万通中国
北京市海淀区上地东路1号
院1号楼7层702
100085 北京

marketing@metrohm.com.cn

仪器配置

894 Professional CVS

用于在电镀池中通过«循环伏安溶出法»(CVS)、«循环脉冲伏安溶出法»(CPVS)和计时电位法(CP)测定有机添加剂的自动分析系统。由 894 Professional CVS、919 IC Autosampler plus(四台 800 Dosino、843 Pump Station、用于旋转圆盘电极的测量头以及多种附件)组成。用于多至 14 个样品的小样品系列。

进行控制、数据采集和评估等工作,则需要 viva 软件。PC、电极组和 viva 许可证则须单独订购。