

新的系统级方法优化sub-fab的性能和可靠性

允许制造商迅速响应中国日益严格的政府环境法规

次 洁净区 (sub-fab) 的设计人员和操作员对于采用系统级方法一直都很慢。系统级方法是为了对交互组件进行集成控制，从而来实现最佳性能和可靠性。此外，采用系统级设计和控制可以帮助制造商智能和有效地响应控制工艺排放的政府法规的快速变化。

半导体制造商所面临的这些挑战，对于平板显示器制造商来说更加严重。他们使用许多与半导体设备制造商相同的工艺，并面临许多相同的挑战。两者都是在图案层上构建复杂的复合材料结构，而且都需要保持对齐和互连。两者都需要真空，并且必须消除工艺排气中的有害成分。主要区别在于尺度——晶圆以毫米为单位，而面板基板以米为单位测量——这成倍增加了腔室体积和气体流量，以及所有的风险和益处。

有源矩阵有机发光二极管 (AMOLED) 能够让非常薄的柔性显示器实现高质量图像的能力，已经使得其在移动电话和其他

应用中得以广泛应用，这些应用中尺寸和图像质量非常重要。关键的薄膜晶体管 (TFT) 是主动驱动每个显示像素的发射元件，目前在制造薄膜晶体管中有三种竞争技术：非晶硅 (A-Si:H)，铟 / 镓 / 氧化锌 (IGZO) 和低温多晶硅 (LTPS)，每种都提供质量和成本之间的不同折衷。

典型的 IGZO 工艺会在沉积和蚀刻步骤中使用各种工艺气体，包括 SiH_4 ， NH_3 ， H_2 ， N_2O ， NF_3 ， Cl_2 ， BCl_3 ， CF_4 和 CHF_3 。其他气体，如 F_2 ， SiF_4 ， COF_2 是作为工艺或腔室清洁操作的副产品而产生。所有这些都是有毒的，可燃 / 易燃的，腐蚀性的，

会导致全球变暖的，或易氧化的，或者上述性质的某种组合，必须非常小心地管理从而保护工厂员工，周围社区和全球环境的安全。

作为这一任务复杂性的一个例子，图 1 显示了一个 CVD 工具的典型排气流程。首先是进入真空泵，然后到达使用点 (POU) 处理系统，这里会通过将其转化为危害较小的气体并在废水处理系统中捕获固体，从而来消除一些有害气体（通常是加热）。然后，气体进入整个工艺设施的洗涤塔中，在气体排放到大气之前通过另一个废水处理来捕获其中的其他有害成分。来自 POU 的处理系统和尾

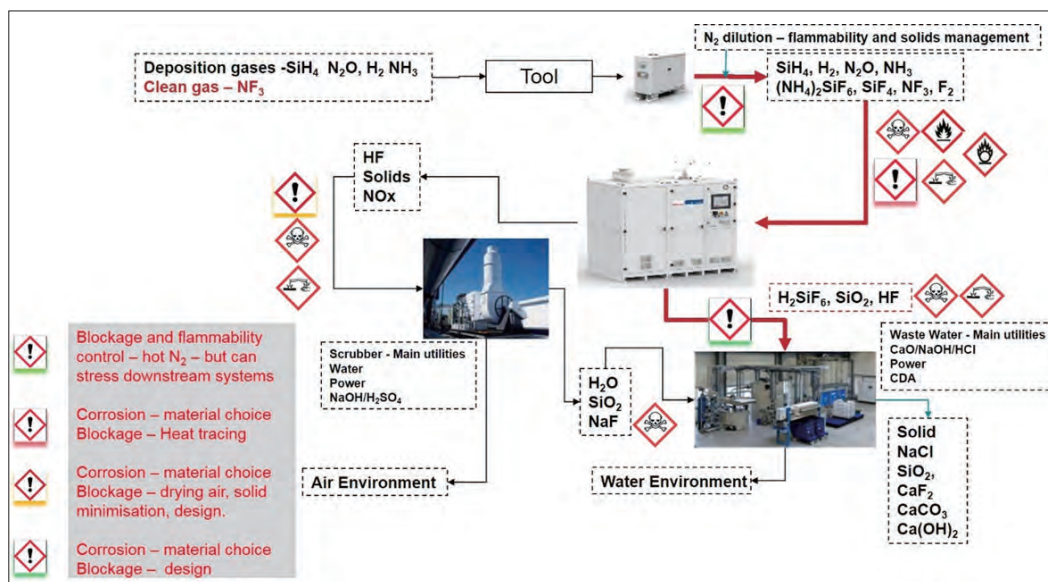


图1. 以化学气相沉积工艺为例，管理工艺废气非常复杂，需要采用系统级方法。

作者：马震, Edwards Vacuum中国应用经理; Chris Jones, Edwards Vacuum高级产品经理

气洗涤器的废水将引导至废水管理设施来进行进一步处理，然后才能够释放到当地的污水系统。在这个工艺流程中的每个步骤以及步骤之间的连接中，都会存在其他额外的风险。冷凝或粉末沉积会阻碍流动。腐蚀会降低泵的性能或导致管道，管路和连接器的破裂。有毒或易燃气体的泄漏可能会损害操作人员或引起火灾和爆炸。当易燃材料在维护操作期间暴露到空气中时，会以火焰的形式爆发。显然，集中监控和控制每个交互组件的集成系统方法才是最大限度地减少这些复杂风险，提高安全性，确保次洁净区可靠性和增加工艺正常运行时间的最佳途径。

随着环境法规的快速发展，管理次洁净区的操作进一步复杂化。政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供了一些这些法规的全球一致性。IPCC是一个国际机构，旨在评估与气候变化有关的科学问题，其相关影响和未来风险以及适应和减缓的选择。但是，从国家到市级的地方支付则拥有最终的监管权力。

2019 年 IPCC 指南的潜在变化可能包括：

- 覆盖更多的制造工艺，例如微机电系统（MEMS），薄膜晶体管（TFT）和有机发光二极管（OLED）。
- 添加新的工艺气体，如 N_2O ， COF_2 ， C_4F_8O 。
- 加入工艺和操作的副产物，如 CF_4 ，这可能通过氟和腔室清洁操作中残留的碳基化合物生成，并且也可以通过氟与基于燃烧的尾气处理系统中的碳基燃料气体的反应来生成。
- 修改第 2 层级方法从而可以反映衬底大小的变化。

表1. 国家和针对北京地区的排放规定比较

种类	中国国家标准 GB16297 mg/m ³	北京 DB11-501-2007 mg/m ³	北京 DB11-501-2017 mg/m ³
氮氧化物	240	200	100
颗粒	60	20	10
氯化氢	100	30	10
氟化物（F表）	9	5	3
氯	65	5	3
氨	未列	30	10

- 增加涉及烟囱监测的新层级方法（3 级），以提供更准确的全球变暖气体（GWG）评估。
- 在国家层面，中国最新的 5 年计划（十三五）明确确定了 5 项环保的主要任务：
- 促进调查和监测。
- 加强技术支持，包括建立环境健康标准，改进信息系统，促进关键的健康实验室和建设专家系统。
- 制定标准，准则，风险评估和环

境健康管理。

- 加速环境健康监测系统。
- 加强宣传和教育。

这无疑会转化为国家级的新规定，并在区域和地方一级实施更加严格的监管。例如，表 1 比较了平板式 CVD 烟囱排放的 2007 年国家限制和 2017 年北京限制。

除了提供对系统组件的集成控制之外，像 Edwards Edcentra 或 Neptune (图 2) 这样的次洁净区管理系统会不断收集有关系统性能的信息。

这些数据为智能维护计划提供了基础，可以降低成本并优化工艺正常运行时间。更重要的是，在本讨论的语境中，它允许操作人员和设备提供商更好地了解影响每个组件与系统相关性能的因素。基于硬数据的模型可以帮助设备提供商开发最知名的方法，从而满足广泛的工艺和环境要求，并设计出符合成本效益的解决方案，用于满足当前和预期的监管限制变化。◆



图2. Edwards Vacuum 的Neptune尾气处理系统。