

某 LED 外延片及芯片生产项目职业病危害预评价

Pre-assessment on occupational hazards in certain LED epitaxial wafer and chip production project

钱晓勤, 毛一扬, 蔡翔

QIAN Xiao-qin, MAO Yi-yang, CAI Xiang

(扬州市疾病预防控制中心, 江苏 扬州 225001)

摘要: 运用类比调查法对某 LED 外延片及芯片生产建设项目进行综合评价。该建设项目可能存在的职业病危害因素有氯、盐酸、氨、氢氧化钠、硝酸、氟化氢、硫酸、硫化氢、丙酮、异丙醇、环己酮、硅烷、磷酸、双氧水、噪声、X 射线等。类比项目中各种职业病危害因素检测结果均符合国家卫生标准。该项目属职业病危害一般的项目, 在职业卫生管理、职业卫生专项投资等方面需进一步完善。

关键词: 建设项目; 职业病危害; 预评价

中图分类号: R135 **文献标识码:** B

文章编号: 1002-221X(2012)06-0462-03

按照《中华人民共和国职业病防治法》和《建设项目职业病危害评价规范》要求, 为使工业企业建设项目中的职业卫生防护措施达到要求, 有效预防、控制和消除职业病危害因素, 保护劳动者健康, 我们接受某光电有限公司委托, 对该公司投资生产超高亮度半导体发光二极管外延片(蓝光)、芯片项目进行职业病危害预评价。

1 对象与方法

1.1 评价对象

某光电有限公司高亮度 LED 外延片及芯片生产项目。

1.2 评价范围和内容

评价范围为高亮度 LED 外延片及芯片生产工艺及公用工程。评价内容包括选址、总体布局、生产工艺和设备布局、建筑卫生学要求、职业病危害因素识别及对劳动者健康影响的分析、职业病危害防护设施、辅助用室基本卫生要求、应急救援、个人使用的职业病防护用品、职业卫生管理、职业卫生专项经费概算等。

1.3 评价方法

以类比法为主, 同时结合检查表法进行综合判断分析, 从多方面进行定性和定量的评价。

1.4 评价依据

《建设项目职业病危害分类管理办法》、《建设项目职业病危害评价规范》、《工业企业设计卫生标准》、《工作场所有害因素职业接触限值》及该项目的可行性研究报告。

2 结果

2.1 生产工艺

收稿日期: 2012-03-23; 修回日期: 2012-10-08

作者简介: 钱晓勤(1958—), 男, 副主任医师, 主要从事职业卫生工作。

该项目包括外延片、芯片生产两部分。工艺流程见图 1。

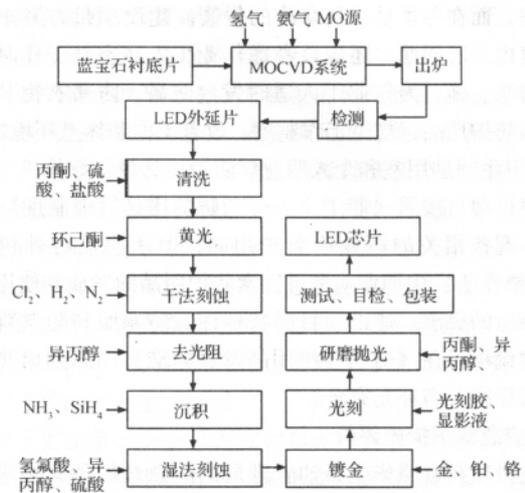


图 1 工艺流程

2.2 职业病危害因素识别^[1-4]

该项目主要原料为蓝宝石衬底片、MO 源、酸碱及有机溶剂、氢气、液氮、氨气等。主要原辅材料消耗量见表 1。

表 1 主要原辅材料消耗量

序号	名称	重要组分、规格、指标	年用量
1	蓝宝石衬底片	三氧化二铝	1 230 700 片
2	MO 源	电子极	1.576 t
3	氢气	纯度 99.999%	2.6 × 10 ⁶ m ³
4	氨气	纯度 99.999%	2.6 × 10 ⁶ m ³
5	氨气	纯度 99.999%	60.17 t
6	氯气	电子极	1.647 t
7	盐酸	36% ~ 38%	650.1 t
8	异丙醇	纯度 99.9%	153 882.96 L
9	氢氟酸	40%	63 951.36 L
10	硅烷	200 ppm	2 798 L
11	丙酮	100%	23.14 t
12	环己酮	99.8%	0.29 t
13	硝酸	65% ~ 68%	0.15 t
14	NaOH	45%	0.24 t

该项目涉及到的职业病危害有化学因素 11 种, 物理因素 4 种, 见表 2。经分析确定重点评价因子为氯、盐酸、氨、氢氧化钠、硝酸、氟化氢、硫酸、硫化氢、丙酮、异丙醇、环己酮、噪声、X 射线。

表 2 职业病危害因素分布情况

生产单元	职业病危害因素	产生环节
外延片生产 MOCVD 区	NH ₃ 、高温、X 射线	MOCVD 系统蒸镀时使用 NH ₃ ，蒸镀过程中产生高温，外延片生产结束后使用双晶衍射仪进行内部结构性能的检测时产生 X 射线
芯片生产干刻蚀区	NH ₃ 、Cl ₂ 、SiH ₄ 、异丙醇	透明电极沉积工艺使用 NH ₃ 、SiH ₄ ，干刻蚀工艺使用 Cl ₂ ，芯片轮廓去光阻使用异丙醇
芯片生产化学区	H ₂ SO ₄ 、HCl、HF、丙酮、异丙醇、H ₂ NO ₃	电流阻挡层清洗和湿法刻蚀工艺中使用 H ₂ SO ₄ ，透明电极刻蚀和电流阻挡层清洗用 HCl，湿法刻蚀和 SiO ₂ 腐蚀工艺中使用 HF，外延片以及透明电极的清洗使用丙酮，湿法刻蚀以及去胶工艺用异丙醇，产品的重工使用 H ₂ NO ₃
芯片生产研磨区	丙酮、异丙醇	研磨抛光
芯片生产黄光区	环己酮	金属电极黄光工艺
公用工程	Cl ₂ 、H ₂ SO ₄ 、H ₂ S、NaOH、噪声、工频电场	特殊气体室存放的氯气罐泄漏产生 Cl ₂ ，废水处理时使用 H ₂ SO ₄ 和 NaOH，处理池中会有 H ₂ S 的产生，冰水主机室、空调箱区以及纯水制造等公用工程设备的运转产生噪声，变配电中心设备运转产生工频电场

2.3 拟建项目与类比项目基本情况 不同外，原辅材料、生产工艺、生产设备均相似，因此，两者之间具有可比性。

类比情况见表 3。本项目与某半导体照明有限公司高亮度 LED 外延片及芯片生产建设项目除建设规模、生产能力有所

表 3 基本情况类比分析

类比因子	拟建项目	类比项目
劳动定员	约 968 人，二班制	820 人，四班二倒
生产工艺	LED 外延片：主要环节集中于 MOCVD 系统，包括氢气烘烤、氮化衬底、生产缓冲层以及重结晶等 9 道工序 LED 芯片：涉及清洗、黄光、刻蚀、去光阻、沉积、镀金、光刻等，一个完整的工艺流程中共有 4 次不同黄光、5 次不同光刻制程	
原辅材料	蓝宝石衬底片、MO 源、氢气、氨气、氯气、盐酸、异丙醇、氢氟酸等	
生产设备	MOCVD、ICP 干式蚀刻机、ITO 蒸镀机、光刻机、PECVD、激光切割机、LED 光通量测试仪、光谱绕射仪、光激光光谱仪	
生产规模	2 英寸高亮度蓝光 LED 外延片 103.58 万片/年，4 英寸高亮度蓝光 LED 外延片 14.6 万片/年，高亮度蓝光 LED 芯片 56.3 亿颗/年	2 英寸高亮度蓝光 LED 外延片 100 万片/年，2 英寸高亮度蓝光 LED 芯片 50 亿颗/年
岗位设置	外延厂：MOCVD 操作人员、检测操作工、工程技术人员 制造处：按各站点设置（如化学站、切割站、目检站、研磨站等）操作工、技术员、管理者	按站点设置操作、工程技术以及管理人员

2.4 类比项目检测结果

2.4.1 化学因素 各毒物浓度检测结果均符合国家职业接触限值。结果见表 4-1、表 4-2。

表 4-1 类比项目化学因素检测结果 mg/m³

毒物名称	检测地点	检测结果	MAC	单项判断
NaOH	废水回收区	0.023	2	合格
HF	化学区 HF 蚀刻机台进口、操作台、排酸口	<0.017	2	合格
HCl	化学区 SPM 清洗机台进料口、操作台、排酸口	0.075 ~ 0.130	7.5	合格
Cl ₂	干刻蚀区、气体房氯气柜	<0.2	1	合格
H ₂ S	废水处理室	<0.53	10	合格

注：MAC 为最高容许浓度。

2.4.2 噪声 类比项目各区域检测点的噪声均为稳态噪声，测定的噪声强度 (Lex, 8 h) 范围为 52.1 ~ 81.1 [dB (A)]，可见各检测点的噪声强度均符合国家职业接触限值标准。

表 4-2 类比项目化学因素检测结果 mg/m³

毒物名称	检测地点	检测结果		接触限值		单项判断
		TWA	STEL	PC-TWA	PC-STEL	
丙酮	光学镀膜区清洗机、water clean 机台、供酸室丙酮柜、研磨抛光区	<0.3	<0.3	350	700	合格
异丙醇	光学镀膜区清洗机、water clean 机台、供酸室异丙醇柜、研磨抛光区	<0.3	<0.3	300	450	合格
NH ₃	MOCVD 系统 T09 ~ T08、V05、氨气供应室	<0.13	<0.13	20	30	合格
H ₂ SO ₄	化学区高温强酸机台进口、操作台、排酸口、废水处理室	<0.15 ~ 0.01	<0.15 ~ 0.21	1	2	合格
NO ₂	化学区	0.004	0.431	5	10	合格
环己酮	黄光区上光阻机	<0.2	—	50	—	合格

注：PC-TWA 为时间加权平均容许浓度，PC-STEL 为短接触容许浓度。

2.4.3 其他危害因素 类比项目中高温、工频电场和 X 射线检测结果符合国家职业接触限值。

2.4.4 类比项目职业性健康检查 各生产区作业场所共 220 人接触有害因素, 2011 年体检 (受检率 100%), 检出血脂偏高、丙氨酸转氨酶增高 24 例。经分析, 检出异常的人员主要分布于 MOCVD、公用工程等岗位, 对照《职业性中毒性肝病诊断标准》中所列举的常见肝脏毒物, MOCVD、公用工程岗位所接触到的毒物对肝功能无明显影响, 可基本排除毒物接触对工人肝功能的影响。上述人员 B 超检查均显示存在不同程度的脂肪肝, 大部分人员有饮酒史, 均有可能引起丙氨酸转氨酶的增高。目前异常人员已完成复检, 全部合格。

2.5 职业病危害预评价

2.5.1 选址、总平面布置及设备布局、建筑卫生学 厂址不属于自然疫源性疾病和地方病流行区。厂房内各生产区平面功能分区明确, 辅助用房及公用工程设施与生产车间有走廊相隔, 避免了公用工程产生的高噪声对生产车间的污染。污染危害严重的设施 (生产装置区) 远离非污染和低污染设施 (公用工程), 并位于常年主导风向的下风侧、夏季最小频率风向的上风侧; 生产区、辅助生产区、非生产区之间设有一定的卫生防护绿化带; 厂区内有完善的水消防系统, 生产装置区自然通风、自然采光良好, 并设有事故应急通道。该项目的生产车间严格按照洁净厂房的设计标准进行, 其建筑卫生学基本符合《工业企业设计卫生标准》(GBZ1—2010) 的要求。

2.5.2 职业病防护措施 该项目拟建有完备的 GDS 系统, 根据项目中涉及到的化学品的种类设置独立的可燃性/有毒物质检测、报警、控制系统。项目中使用的特殊气体均拟安置于具有安全排气和自控功能的特制金属柜内。所有腐蚀性气体及可燃性/毒性气体均拟储存在高压气瓶中, 气瓶放在换气次数达 5 次/min 的气柜内, 气柜的化学药品配送系统拟根据化学品的性质, 采用不同材质的储罐和管材并考虑防火、防爆、耐腐蚀和排风要求, 同时采用高纯氮气充填容器, 并利用双管道输送至使用点, 最大限度降低药品输送中的跑、冒、滴、漏现象; 对于挥发性的化学试剂 (盐酸等), 其分配阀门箱拟设计排风管道; 对输送系统拟安装排风探头; 溶剂分配间拟安装热探头, 隔膜泵和阀门箱中拟安装渗漏探头; 过滤器上拟安装压力显示器。对产生噪声的工艺、设备拟采取消音器、隔声罩、隔音室等降噪措施。双晶衍射仪操作人员拟配备较有效的防护装置, 作业人员在远离辐射源的控制室操作。

2.5.3 个人防护用品 该拟建项目主要根据岗位配备防护用品, 主要防护用品有防酸手套、围裙、防护衣、防护靴, 防化学、防光护目镜以及半面双罐式防毒面具等。

2.5.4 应急救援措施和卫生辅助用室 应急救援措施参照《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(AQ/T9002—2006), 拟制定针对氢气、氨气、盐酸、氯气、异丙醇、氢氟酸的应急处理预案。在使用化学品的场所拟设置紧

急冲淋及洗眼设施, 在生产线危害部位拟设置安全连锁装置, 同时制定紧急应变准备与响应程序。化学原料、物料仓库拟设置通风、控温设施, 紧急喷淋及洗眼装置, 化学泄漏吸附剂和消防自动洒水系统。厂房内拟设更衣室、休息室、盥洗室等辅助用室以及饮用水供应点。

2.5.5 职业卫生管理及职业卫生专项经费预算 拟在技安环保处设专职职业安全卫生管理人员 (包括工业卫生医师), 建立完整的组织机构和网络, 制定详细的目标管理标准和导则, 确立明确的实施途径和内容, 构建有效的审计和评价系统。但可研性报告书中未提及职业安全卫生投资。

3 讨论

虽然该建设项目涉及剧毒物品氯气、X 射线以及高毒物品氟化氢、氨等, 但该新建项目属于成熟工艺, 设备技术先进, 自动化、智能化程度高, 设计安装的有毒物质自动监测、报警、连锁保护装置, 可及时发现和控制有害物质的泄漏。类比项目的工作场所检测结果显示, 各检测点毒物的浓度均符合国家职业卫生标准要求, 说明设备密闭性较好, 所采取的各种防护措施行之有效, 工人直接接触毒物的机会较少。再加之项目完整的组织机构和网络, 以及健全的职业安全卫生管理制度与措施, 经类比分析和经验评估, 我们认为该新建项目在正常生产情况下工人接触职业病危害因素的机会和发生职业病危害的可能较低。根据卫生部《建设项目职业病危害分类管理办法》第十条规定, 列为职业病危害一般的建设项目。

该新建项目由于其工艺、设备及物料本身的特性, 生产过程中潜在的职业病危害因素客观存在, 因此在选择先进工艺、设备和采取必要的职业病防护措施的基础上, 应建立健全企业监督管理制度和考核制度, 督促职工严格执行各项生产操作规程和提高自我防范意识, 加强设备定期检查、维修管理制度, 注重加强职业卫生的长效管理。再之, 明确职业安全卫生投资。由于本项目为密闭结构的洁净厂房, 应按照洁净厂房空调通风系统相关卫生规范要求, 确保空调系统运行的卫生安全。当工作场所发生气体泄漏时, 空调通风系统可通过编程控制器将除湿净化机组由循环回风切换至直进、直排的全新风运行状态, 通风次数不小于 30 次/h。

参考文献:

- [1] Schenker M. Occupational lung diseases in the industrializing and industrialized world due to modern industries and modern pollutants [J]. *Tuber Lung Dis*, 1992, 73 (1): 27-32.
- [2] Abdollahzadeh S, Hammond S K, Schenker M B. A model for assessing Occupational extremely low frequency magnetic fields in fabrication rooms in the semiconductor health study [J]. *Am J Ind Med*, 1995, 28 (6): 723-734.
- [3] 雷玲. 微电子工业的职业卫生 [J]. *劳动医学*, 2001, 18 (2): 113-116.
- [4] 高金平, 吴世达, 胡天锡. 集成电路芯片生产的职业病危害特点 [J]. *中国卫生工程学*, 2003, 3 (2): 136-138.