

集成电路制造项目职业病危害因素的识别与分析

Identification and assessment on occupational hazard factors in integrated circuit chips manufacture item

张金龙, 秦宏

ZHANG Jin-long, QIN Hong

(无锡市疾病预防控制中心, 江苏 无锡 214023)

摘要: 对 11 份集成电路制造项目职业病危害评价报告进行了汇总, 分析所涉及的职业病危害因素发生规律和分布特点, 提示集成电路制造项目均为职业病危害严重的建设项目。

关键词: 职业病危害; 芯片制造; 集成电路; 建设项目

中图分类号: R137 文献标识码: B

文章编号: 1002-221X(2009)01-0062-02

为了掌握集成电路制造工程中职业病危害因素的发生规律和分布特点, 为制定防治职业病对策提供科学依据, 我们根据国家和卫生部门有关规定, 于 2003~2007 年对 11 个集成电路制造新建或扩建项目的职业病危害因素进行了识别与分析, 现报告如下。

1 材料与方法

1.1 材料来源

无锡市疾病预防控制中心 2003~2007 年编制的 11 份有关集成电路制造新建或扩建项目的职业病危害评价报告。

1.2 方法

查阅 11 份建设项目职业病危害评价报告, 其中预评价 7 份, 控制效果评价 4 份; 晶圆尺寸涉及 4、5、6、8、12 英寸; 线宽特征涉及 0.08~20 μm。我们在对集成电路制造新建或扩建项目的原辅材料、生产工艺流程进行分析的基础上, 进行职业病危害的识别和分析。

2 结果与分析

2.1 集成电路制造项目生产工艺流程

一般集成电路芯片制造生产工序包括: 研磨、清洗、氧化、光刻、去胶、干法刻蚀、化学机械抛光 (CMP)、湿法腐蚀、离子注入、溅射、检测。集成电路芯片生产工艺复杂, 上述工序根据产品要求不同, 在同一个硅片反复操作多次, 次数的多少由产品要求而定, 主要工序见图 1。

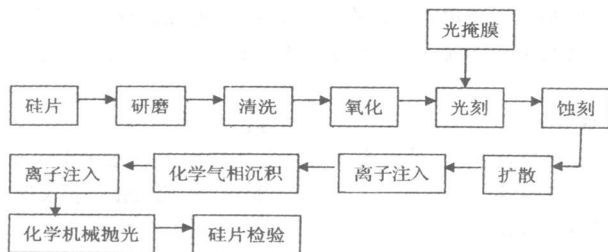


图 1 集成电路制造项目主要生产工艺流程

2.2 职业病危害因素的识别

集成电路芯片生产中涉及的职业病危害因素种类较多, 包括致癌和高毒化学物质、窒息性和刺激性气体、易燃易爆性气体和各类强酸强碱物质, 操作过程中可有较大的接触危险性, 设备和管道泄漏导致急性中毒和火灾的潜在危害性也时时存在。集成电路项目工艺过程中涉及的职业病危害因素一般包括: 氟化氢、氟化物、硫酸、磷酸、盐酸、溴化氢、氢氧化钠、氨、磷化氢、砷化氢、氯、一氧化碳、二氧化氮、过氧化氢、异丙醇、六氟化硫、二氯硅烷、硅烷、六氟乙烷、四氟甲烷、三氟化硼、六氟化钨、六甲基二硅烷、三氯化硼、三溴化磷、三氟甲烷、光刻胶、显影液、硫化氢、噪声、粉尘、工业 X 射线、紫外线、激光、高频、微波、工频等。可能产生的职业病有急性中毒、慢性中毒、化学性皮肤灼伤、化学性眼灼伤、噪声性耳聋、职业性电光性皮炎、职业性电光性眼炎、职业性白内障等。各工序可能涉及的职业病危害因素详见表 1。

表 1 各工序的职业病危害因素及分布

工序	接触职业病危害因素
主生产工艺过程	
硅片清洗	异丙醇、氨、盐酸、硫酸、氢氟酸等
氧化	二氯氢硅和高温
光刻	
涂胶、曝光、显影	光刻胶、HMDS (六甲基二硅烷)、显影液以及激光、紫外线、高温等
刻蚀去胶	
湿法腐蚀	氢氟酸、磷酸、硫酸等
干法刻蚀	四氯化碳、三氟甲烷、六氟化硫、氯、溴化氢、六氟乙烷、三氯化硼、氨、硝酸、一氧化碳、紫外线等
扩散	三溴化磷和高温等
离子注入	三氟化硼、磷化氢、砷化氢以及 X 射线等
化学气相沉积 (CVD)	硅烷、六氟化钨、TMB (主要成分为硼酸三甲酯)、TMP (主要成分为磷酸三甲酯)、TEOS (正硅酸乙酯)、四氟乙烯以及高温、高频等
溅射	氟气、氮气等
化学机械抛光 (CMP)	过氧化氢、氨、氟化氢等
辅助生产设施	
化学危险品库	有毒危险化学品
动力设施	噪声
大宗气体储运、纯化及传输	二氧化碳、氮气、氩气、氢气、氦气等大量泄漏
纯水制备	噪声、酸碱
废水处理	石灰石粉尘、酸碱
变配电	工频电场

收稿日期: 2008-01-14 修回日期: 2008-05-12

作者简介: 张金龙 (1974-) 男, 主管医师, 研究方向: 职业卫生。

2.3 职业病危害因素的分析

2.3.1 我们对 4 个控制效果评价的检测结果分析, 发现正常生产状况下现场职业病危害因素一般除离子注入机工作场所个别点空气中砷化氢浓度可能超标, 其余化学因素均能符合

国家卫生标准, 各类毒物车间空气具体浓度范围见表 2。物理因素除生产支持区域噪声强度 (包括个别巡检人员的个人噪声暴露量检测结果) 超过国家卫生标准外, 也均能符合国家卫生标准的要求。

表 2 集成电路制造项目化学有害因素检测结果

毒物名称	检测浓度范围 (mg/m ³)			备注
	C _{MAC}	TWA	SIEL	
氨	—	<0.13~8.81	<0.13~11.06	硅片清洗、扩散、刻蚀、化学机械抛光、薄膜、离子注入、化学品供应、废液处理等
氯	<0.13~0.28	—	—	刻蚀、扩散、气体供应等
磷化氢	<0.03~0.14	—	—	扩散、离子注入等
砷化氢 (肿)	<0.03~1.12	—	—	离子注入等
一氧化碳	—	0.43~2.1	1.6~2.4	刻蚀等
氟化氢 (按 F ₂ 计)	<0.014~0.29	—	—	硅片清洗、扩散、化学机械抛光、薄膜、刻蚀、离子注入、化学品供应、废液处理等
氟化物 (不含氟化氢)	—	<0.014~0.027	<0.014~0.045	扩散、刻蚀、薄膜、离子注入等
盐酸	1.66~2.38	—	—	硅片清洗等
硫酸及三氧化硫	—	<0.13~0.65	<0.13~0.67	硅片清洗、扩散、刻蚀、化学机械抛光、薄膜、离子注入、化学品供应、废液处理等
二氧化氮	—	<0.04	<0.04~0.07	部件清洗、化学品供应等
磷酸	—	<0.03~0.07	<0.03~0.17	扩散、化学品供应、废液处理等
氢氧化钠	0.017~0.023	—	—	化学品供应、纯水制备等
过氧化氢	—	<0.8	<0.8	化学机械抛光等
异丙醇	—	0.2~10.1	0.3~94.8	生产区、设备清洗、化学品供应等

2.3.2 集成电路项目生产过程中涉及的职业病危害因素氟化氢、氟及其化合物 (不含氟化氢)、砷化氢、砷及其无机化合物、氯、氨、一氧化碳等为《高毒物品目录》(卫生部卫法监发 [2003] 第 142 号发) 中列举的高度危害的化学物质, 按《建设项目职业病危害分类管理办法》(卫生部第 49 号令) 要求, 均属职业病危害严重的建设项目。

3 讨论

集成电路制造项目生产过程中涉及的职业病危害因素种类较多, 包括致癌和高毒化学物质、窒息性和刺激性气体、易燃易爆性气体和各类强酸强碱物质, 特别是一些特种气体,

可能在阀门操作失误、感应器操作失误、气瓶放置错误、灌气失误、管道焊接不良、管道泄漏、接头松脱、阀基泄漏、检测器故障、停电、火灾等非正常生产状况下导致急性中毒事故的发生, 该类项目均属职业病危害严重的建设项目。在日常职业卫生管理中应正确和客观地分析涉及的各项潜在危害, 采取严格的控制措施和管理措施, 加强生产中化学物质、特种气体、设备安全、操作人员和废弃物的管理, 以及制订应急救援预案、落实检查和教育培训工作, 有效控制中毒事故的发生。

(上接第 52 页) (如试剂、烟、火、爆炸、气体等); 不安全行为是指人的不安全因素, 如思想上麻痹大意、生理上精神不佳、能力上缺乏必要的技能和知识等。就产生事故的原因而言, 不安全环境和人的不安全行为是产生事故的直接原因, 而不良管理乃产生事故的基本原因。本次调查发现化学危害中呼吸道刺激的发生频率高达 83.5%, 影响实验室人员呼吸道刺激发生的原因有, 仪器设备定期维护检定、实验室安全管理制度、防护用品佩戴、操作方法、化学品保管、腐蚀品使用频率等几方面, 其中前 4 项为主要影响因素。实验室中使用的易燃液体主要是指有机溶剂, 38 家实验室易燃液体的使用频率为 200 次/年, 其中 45.5% 的实验室使用频率在 200~300 次/年, 27.3% 的实验室使用频率大于 300 次/年; 部分实验室没有配备通风橱和排气罩或虽有配备但不能正常使用; 同时在实验过程中, 没有配备与防护化学危害相配套的个人防护用品, 也是呼吸道刺激发生频率较高的原因。

甘肃省是经济欠发达地区, 甘肃省省级疾控中心新实验大楼即将投入使用, 新的实验设备也将到位, 届时硬件防护设施将得到较大改善。目前, 被调查的多数市、县级疾控中心已搬入西部国债项目新实验大楼, 实验室基础建设和部分防护设施较省级疾控中心完善。但有些县级疾控中心只有 1~2 个实验室, 能开展的项目很有限, 实验室人员设置少, 总体上呈现实验室基础建设尚需加强的态势。因此, 市、县级疾控中心今后的重点应放在人才建设上, 以胜任疾控实验室日趋繁重的检验工作的需要。

参考文献:

- [1] 李光文, 林友文, 罗红斌. 化学实验室的实验安全和安全管理 [J]. 山西医科大学学报 (基础医学教育版), 2005, 7 (5): 542-543.
- [2] 崔政斌, 邱成, 徐德蜀. 企业安全管理新编 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 380.