

# 某硅晶片生产厂空调净化设计简介

中国电子工程设计院上海分院 周晓伟\*

摘要 简要介绍硅晶片的生产工艺流程、空调净化系统和自控系统的设计方案。

关键词 高效过滤器送风口 风机过滤器单元 新风机组 循环机组 风冷热泵分体柜式空调器

## Introduction to the Design of HVAC System in Wafer Production Cleanroom

By ZHOU Xiaowei\*

**Abstract** Brief description to the design of HVAC system and its auto control system in a wafer production cleanroom.

**Keywords** HEPA filter box FFU Fresh air handling unit Recirculation air handling unit Air-cooled unitary heating-pump

\*Shanghai Branch, China Electronics Engineering Design Institut

### 1 硅晶片生产厂简介

硅晶片是由硅材料加工而成的一片像镜子一样光亮的圆片,是生产半导体集成电路芯片的原材料。目前微电子产业飞速发展,集成电路技术已迈入 0.18 微米以下的时代,极大地刺激了硅晶片的发展,同时对硅晶片的性能参数的要求也有较大的提高,因此硅晶片生产厂的发展前景十分乐观。

#### 1.1 硅晶片的生产工艺流程

从大的方面来讲,硅晶片生产包括硅单晶棒生产和硅晶片生产两大部分,细分为以下几道主要工序:

单晶棒生长→单晶棒切割和检测→外径磨削→切片→倒角(圆边)→研磨/研磨片检查→蚀刻(化学蚀刻、LP-CVD、AP-CVD 等工艺)→PTA 热处理→背面损伤处理→抛光(ML 粗抛、ML 精抛)→洗净→品质检查→洁净包装

从单晶棒生长到外径磨削为硅单晶棒生产工序,切片以后的流程为硅晶片生产工序。下面以某日资硅片厂为例,介绍硅晶片生产工序的空调净化系统和自控系统的设计方案。

#### 1.2 各生产工序环境控制要求

本日资硅片厂生产 4~6 英寸硅晶片,产量为 480 万片/年。此公司硅晶片应用于分立器件、功率元件和特种集成电路的制作。

### 2 空调净化系统

空调净化的设计是与工艺的布局、生产的流程密切结合的。不同类型、不同用途的厂房空调净化系统都各有特点,下面来介绍硅晶片生产工序的空调净化系统方案。

#### 2.1 空调系统

① 切片室、倒角室、研磨片室仅有温度控制要求,设风冷热泵分体柜式空调机(PAC)来保证房间温度要求,室内机就近放置在车间内,接风管,采用双层百叶风口侧送风方式;室外机放置在屋面上。切片室的排风量较大,新风采用直接蒸发式热泵型屋顶空调机 SI-1 和 SI-2 来补充。车间有防尘要求,风冷热泵分体柜式空调机回风口处设中效过滤器(大气尘计数效率:≥60%,对于≥1μm 粒子),同样屋顶式空调机需设两级过滤器。其原理图见图 1。

② 炉室、BSD 室仅有温度控制要求,设风冷电热分体柜式空调机(PAC)来保证房间温度要

☆周晓伟,女,1972 年 4 月生,大学,高工

201206 上海浦东金桥路 1379 号金桥大厦 14 层  
(021) 58993595-217

收稿日期:2003-11-26 修回日期:2004-5-16

表 1 各生产工序的环境要求

| 序号 | 房间名称              | 面积<br>(m <sup>2</sup> ) | 吊顶<br>高度(m) | 夏季<br>温度(℃) | 冬季<br>温度(℃) | 相对湿度<br>(%) | 净化级别<br>(0.5μm) | 设化学过滤器<br>(过滤对象)                                            | 室内噪声<br>(dB)(A) |
|----|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|
| 1  | 切片室               | 522                     | 4.4         | ≤26         | ≥20         | /           | 防尘              | /                                                           | ≤70             |
| 2  | 倒角室               | 236                     | 4.4         | ≤26         | ≥20         | /           | 防尘              | /                                                           | ≤70             |
| 3  | 研磨片室              | 212                     | 4.4         | ≤26         | ≥20         | /           | 防尘              | /                                                           | ≤70             |
| 4  | 磨片检查室             | 161                     | 3.2         | 24±2        | 24±2        | 45±10       | 防尘              | /                                                           | ≤65             |
| 5  | 蚀刻(CP室)           | 140                     | 4.1         | 24±2        | 24±2        | 45±10       | 7               | /                                                           | ≤65             |
| 6  | 炉室(DK炉、IG炉)       | 50                      | 3.2         | 22~26       | 22~26       | /           | 防尘              | /                                                           | ≤65             |
| 7  | BSD室              | 50                      | 3.2         | 22~26       | 22~26       | /           | 防尘              | /                                                           | ≤65             |
| 8  | 蚀刻(LP-CVD、CP/CVD) | 578                     | 3.2         | 24±2        | 24±2        | 45±10       | 6               | /                                                           | ≤65             |
| 9  | 抛光(ML室)           | 1013                    | 3.2         | 24±2        | 24±2        | 45±10       | 7               | /                                                           | ≤65             |
| 10 | 洗净室               | 330                     | 3.2         | 24±2        | 24±2        | 45±10       | 5               | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | ≤65             |
| 11 | 品质检查              | 200                     | 3.2         | 24±1        | 24±1        | 45±5        | 5               |                                                             | ≤65             |
| 12 | 洗净包装              | 180                     | 3.2         | 24±2        | 24±2        | 45±10       | 6               | /                                                           | ≤65             |

求,室内机就近放置在车间内,接风管,采用方形散流器顶送风方式;室外机放置在屋面上。新风由相邻洁净室正压过来。车间有防尘要求,风冷电热分体柜式空调机回风口处设中效过滤器(大气尘计数效率:≥60%,对于≥1μm粒子)。

③ 磨片检查室有温度和湿度控制要求,设风冷电热分体柜式空调机(PAC)来保证房间温度要求,室内机就近放置在车间内,接风管,采用方形散流器顶送风方式;室外机放置在屋面上。新风经新风机组(MAU-1,2)处理后,接至送风管上送到室内,相对湿度由新风机组来保证。新风机组是与净化系统共用的。车间有防尘要求,风冷电热分体柜式空调机回风口处设中效过滤器(大气尘计数效

率:≥60%,对于≥1μm粒子),新风机组内设粗、中效过滤器。

## 2.2 净化系统

净化系统用的新风空调机组(MAU)和循环空调机组(AHU)的冷媒采用 6~11℃的冷冻水,加热采用 0.2MPa 蒸汽,加湿采用 0.1MPa 的洁净蒸汽加湿,洁净蒸汽由纯水经洁净蒸汽发生器产生。

① CP室净化级别为 7 级,换气次数取为 30 次/小时,CP室工艺设备用酸量较多,采用全新风空调机组(MAU-3)+高效过滤器送风口(HEP-ABOX)的空调方式。其气流流程为:新风入口→粗效过滤器→中效过滤器→预加热器→表冷器→加热器→洁净蒸汽加湿→送风机→送风管→高效过

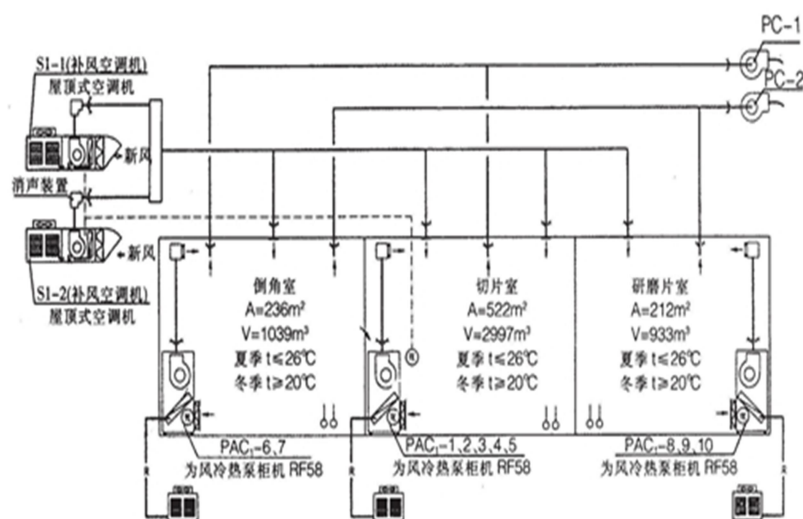


图 1 风冷热泵柜式空调机+屋顶式空调机原理图

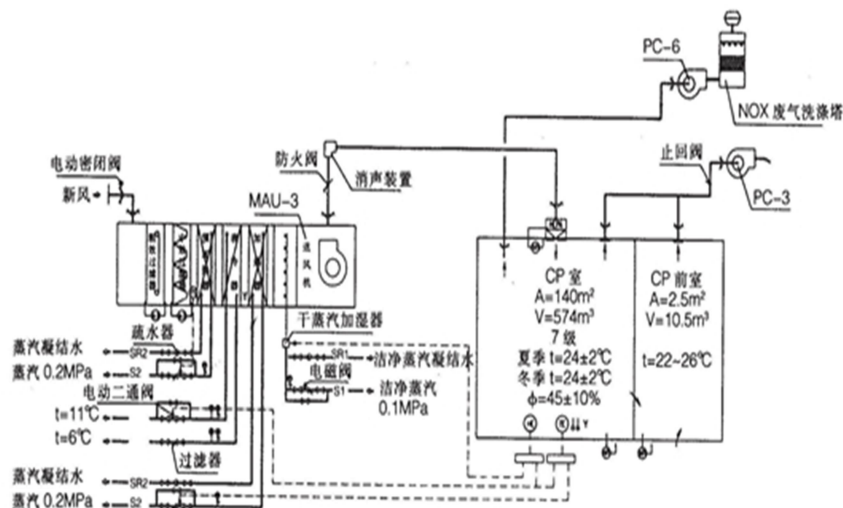


图2 CP室空调净化原理图

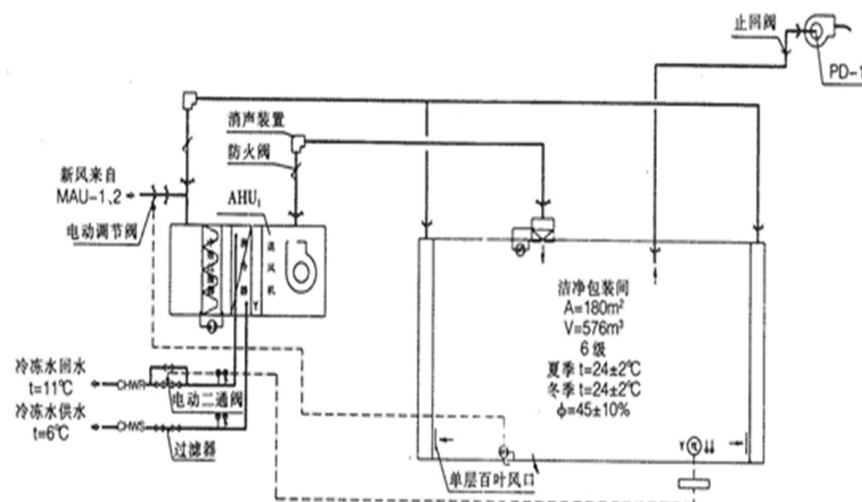


图3 6.7级洁净室空调净化原理图

过滤器送风口→洁净区。其原理图见图2。

② ML室净化级别为7级，换气次数取为30次/小时，采用新风机组(MAU)+循环机组(AHU)+高效过滤器送风口(HEPABOX)的空调方式。新风接自其它系统共用 MAU-1.2 新风组。

③ CP/CVD室、LP-CVD室、洁净包装间净化级别为6级，换气次数取为50次/小时，采用新风机组(MAU)+循环机组(AHU)+高效过滤器送风口(HEPABOX)的空调方式。新风接自其它系统共用的 MAU-1.2 新风组。

④ 7级、6级的洁净室采用的气流形式为顶部高效过滤器送风口送风，房间侧下百叶风口回风。其气流程为：新回风混合→中效过滤器→表冷器→送风机→送风管→高效过滤器送风口→洁净区→房间侧下百叶回风口→回风管→新回风混合。其原理图见图3。

⑤ 洗净室、品质检查室净化级别为5级，采用新风机组(MAU)+循环机组(AHU)+风机过滤器单元(FFU)的空调方式。采用的气流形式为顶部FFU送风，房间侧下百叶风口回风。FFU满布率为33%，

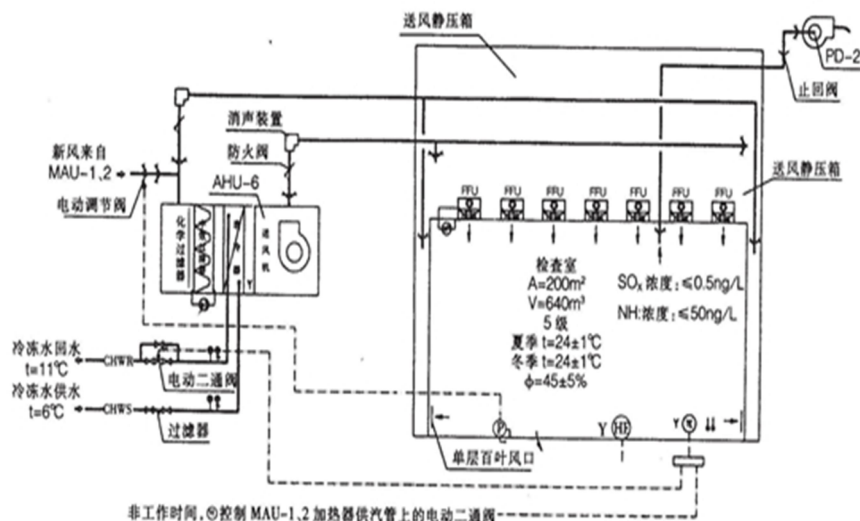


图4 5级洁净室空调净化原理图

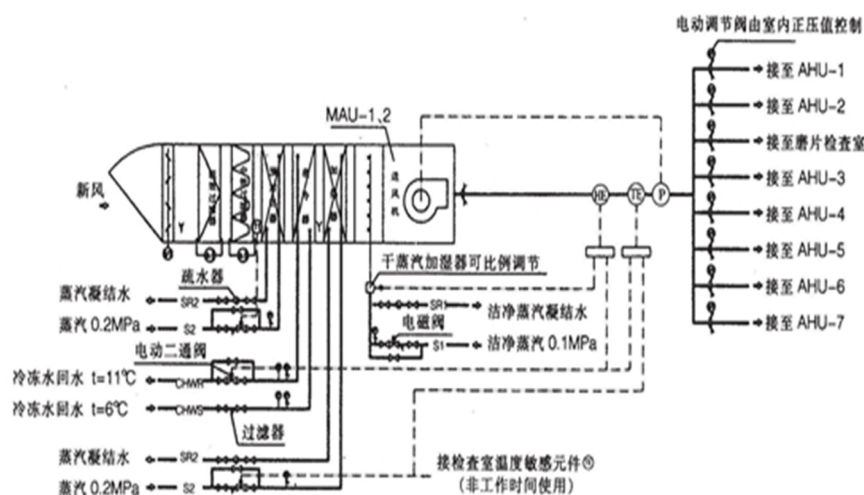


图5 MAU新风机组原理图

洗净室、品质检查室对  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SO}_x$  浓度有要求，需在循环机组(AHU)内增设化学过滤器。5级净化间的气流流程为：新回风混合→化学过滤器( $\text{NH}_4^+$ )→化学过滤器( $\text{SO}_x$ )→中效过滤器→表冷器→送风机→送风管→送风静压箱→风机过滤器单元(FFU)→洁净区→房间侧下百叶回风口→回风管→新回风混合。新风接自其它系统共用的MAU-1,2新风组。其原理图见图4。

⑥ 除CP室外的洁净室所需新风采用2台新风机组(MAU-1,2并联)集中处理，新风集中处理后送至

各循环机组(AHU)。其气流流程为：新风入口→粗效过滤器→中效过滤器→预热器→表冷器→加热器→洁净蒸汽加湿→送风机→送风管→各循环空调机组(AHU)。

新风机组(MAU-1,2)采用变频风机，其原理图见图5。

⑦ CP室、ML室、洗净室用酸量相对较多，CP室、ML室内的高效过滤器送风口的扩散板需采用不锈钢板制作，洗净室内的FFU的网板需采用不锈钢板制作。

⑧ 另需注意,品质检查室根据工艺要求需采用黑色墙板、黑色顶板,相应采用黑色回风口,FFU 的网板需采用黑色网板。

### 3 净化系统的空调自动控制

新风机组(MAU-1.2)采用变频风机,由总送风管上的静压传感器来控制变频器。在接入每个风量及正压控制循环机组(AHU)的新风管上均设置电动调节阀,由各洁净室的正压值来调节电动调节阀的开启,使洁净室的正压值不随生产设备的排风量的变化而变化,电动调节阀的开启变化引起总送风管上的静压变化,根据其设定值调节 MAU-1.2 的风机频率,以达到控制目的。其原理图见图 5。

#### 3.2 净化车间的温湿度控制

净化生产车间的湿度是由新风机组 MAU-1.2 来保证,控制新风机组送风状态点,根据送风状态设定值来调节干蒸汽加湿器的电动执行机构和表冷器及加热器回水管上的电动二通阀的开启。其原

理图见图 5。露点温度 DPT 由检查室内湿度敏感元件 HE 连续整定。

净化生产车间的温度是由循环机组 AHU 来保证,根据室内温度来调节表冷器回水管上的电动二通阀的开启。其原理图见图 4。

#### 3.3 供冷系统控制

冷冻水系统方面采用一级泵,用负荷控制的方法来确定冷水机组及相应水泵、冷却塔的开台数。根据设定供、回水压差来自动控制供、回水主管之间压差流量旁通阀。

### 4 结束语

本工程已于 2002 年 11 月竣工,各房间温度、湿度、洁净度、正压、照度、噪声均达到设计要求,运行良好。本文介绍了硅晶片的生产品序,相应空气净化系统和自控系统的设计方案,为日后硅晶片生产厂的设计提供参考。□

**书讯:**《现代空气微生物学》一书是我国有关空气微生物学的第一本专著,由空气微生物学会副主任于玺华教授主编,54 位专家合写而成。它反映了国内外近代空气微生物学的新概念、新技术、新成果、新进展。阐明了微生物气溶胶的发生、播散、感染规律及预防措施。

主要内容是防止空气污染,促进空气净化。它详细介绍了我国第一座乱流、层流、P3 级爱滋病实验室及百至十万级洁净手术室等的设计、监测、验收和使用。从事生物医学领域净化工作的人员,更需要了解空气微生物的知识。例如:为何洁净技术从工业转向生物医学是一场重大技术革命,为何非典及禽流感传播速度惊人,又极易攻击与患者接触密切的工作人员,病毒气溶胶以何规律扩散,从空气净化角度怎样预防微生物气溶胶等。

该书 60 万字,人民军医出版社出版,精装本。价格 55 元/人(含挂号邮费),款到邮书。

地址:北京市西四环中路 100 号 3 甲-1-8 (解放军 302 医院) 邮编:100039

电话:010-63855772 010-66933949 13671181599 联系人:魏桂芝

### 行业简讯

## 第十届国际室内空气质量与室内气候大会 (Indoor Air 2005)

第十届国际室内空气质量与室内气候大会将于 2005 年 9 月 4 日至 9 月 9 日在中国北京国际会议中心举行。大会的宗旨在于普及和增进学术界、工业界、各相关组织和政府有关部门对室内空气科学技术的研究,以提高人们的生活质量。室内空气质量与室内气候大会每三年举办一次,自 1978 年起至今,已分别在丹麦、芬兰、美国、日本、瑞典、苏格兰、德国和加拿大等国成功举办九次。

本次会议由国际室内空气科学院(International Academy of Indoor Air Sciences)授权清华大学建筑技术科学系承办。大会的官方语言为英语。我们期待您的加入。

●大会论文摘要提交截止日期为 2004 年 9 月 30 日。

●每份摘要必须通过大会网页(<http://www.indoorair2005.org.cn>)在线提交,具体要求请参见网页要求。

●会议期间将举办一次展览会,欢迎感兴趣的企业与会议展览会筹备处联系,并可通过会议展览网站了解相关信息;[http://www.cicst.org.cn/ex\\_indoorair2005](http://www.cicst.org.cn/ex_indoorair2005)

●联系:IndoorAir2005 秘书处,清华大学建筑学院建筑技术科学系

邮编 200084 电话:62794194/62785860