

# Clean Room Pollution Source Control Scheme Based on Airflow Simulation

Ni Wang

China Electronic System Engineering Third Construction Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610031, China

## Abstract

The semiconductor process has high clean requirements for the environment, but in the production of semiconductor glass cover plate, this process may lead to the penetration of ink molecules into the air, causing the pollution of the clean environment, and ultimately affect the yield of the product. Reasonable air flow organization is the key to pollution source control, and the air flow organization in the room is mainly affected by the arrangement of the returning air outlet. Because the air outlet is a FFU efficient filter unit, the air can filter and the pressure outlet, and the power source is the pressure difference inside and outside the room. Therefore, the air supply outlet has a greater impact on the room air flow, and the reasonable FFU setting becomes particularly critical. In this paper, the airflow simulation is used to verify the airflow organization in the original design scheme, and the optimized layout scheme of FFU is proposed for the area with relatively poor air flow in the simulation results, and then the airflow simulation is used to verify the airflow of the optimized scheme, and then the control scheme of pollutants is determined, and the feasibility of the scheme is clarified.

## Keywords

air flow simulation; clean room air; flow organization; pollution source control; FFU (efficient filtration unit)

# 基于气流仿真的洁净室污染源控制方案

王妮

中国电子系统工程第三建设有限公司, 中国·四川成都 610031

## 摘要

半导体的工艺对环境的洁净要求较高,但在半导体玻璃盖板生产中包含了喷墨工序,该工序可能导致油墨分子渗透到空气中,造成洁净环境的污染,最终对产品的良率造成影响。合理的气流组织是污染源控制的关键,房间的气流组织主要受到送回风口布置的影响。由于送风口为FFU高效过滤单元,可对空气进行过滤并提供动力压头;回风口为压力出流,动力源为房间内外的压差。因此,送风口对房间气流具有更大的影响,合理的FFU设置变得尤为关键。论文利用气流仿真对原设计方案中的气流组织进行仿真验证,并针对仿真结果中气流相对较差的区域提出FFU的优化布置方案,再利用气流仿真对优化方案的气流进行验证,进而确定污染物的控制方案,明确方案的可行性。

## 关键词

气流仿真; 洁净室; 气流组织; 污染源控制; FFU (高效过滤单元)

## 1 引言

在半导体行业中,封装技术对确保芯片的性能及寿命至关重要,而半导体玻璃盖板就是其关键的封装材料。半导体封装玻璃盖板在气密、光学和热稳定性等多方面的性质均表现优秀。与此同时,半导体玻璃盖板的制造过程也有很高的要求,其生产制造需在洁净环境中完成,且对空气中分子级污染物均有要求,环境中分子污染物超标可能会导致玻璃盖板的产品良率下降。

洁净室内的污染主要分为内污染源及外污染源。外污

染源在进入房间前会经过空调机组的初中高效多级过滤,并最终经过房间顶部的FFU过滤掉。对于内污染源,一方面需要调整工艺、尽量减少内污染源的产生及扩散,另一方面需利用洁净室的循环风及时将污染物带离房间并经过过滤器过滤掉。

半导体玻璃盖板生产工艺设备中的喷墨机即为污染源之一,喷墨机在生产运行过程中可能导致油墨分子渗透到空气中,造成玻璃盖板生产环境的污染。若油墨分子落在生产产品上,将难以去除,最终影响产品良率。因此,合理利用房间的气流及时将油墨分子带走,是污染源控制的重要手段。

【作者简介】王妮(1992-),女,中国四川成都人,硕士,工程师,从事暖通空调研究。

## 2 仿真区域的选定及概况

本次研究的区域为某半导体车间 ISO6 级洁净室，仿真区域房间净高 3m，空气经过房间顶部高效送风口 FFU 送入房间，经房间下部的侧墙回风口流出房间并进入回风夹道，回到吊顶上方，再经 FFU 过滤后送入房间，如此循环并达到一定的循环风量以此保证房间的洁净度<sup>[1]</sup>。整体气流形式为上送侧回式，详见图 1。房间内设有三台工艺设备，设备前端包含喷墨段，喷墨机位置如图 2 中框选位置所示。

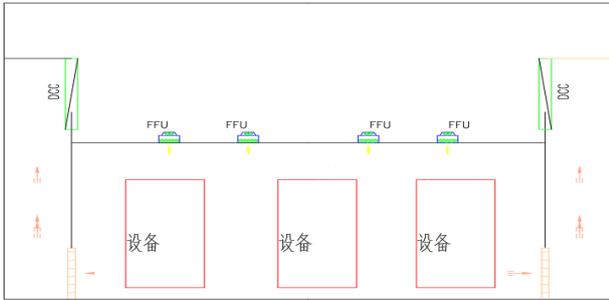


图 1 仿真区域气流组织图



图 2 工艺设备图

由于喷墨机有油墨分子扩散到房间空气中影响洁净度的风险，可能影响产品良率。利用气流仿真软件对该洁净车间的气流进行仿真研究，以寻找较优的气流组织方案从而减少污染源对洁净室的影响。

## 3 气流仿真的模型建立

### 3.1 确定气流方案及模型

方案 1：原设计方案房间 FFU 布置形式为 15% 的布置率在吊顶均匀布置，且在房间中部（即房间中结构柱位置）东西方向未设置 FFU，FFU 的尺寸为 1.2m × 1.2m，风速为 0.4m/s。如图 3 所示，该图为房间俯视图。

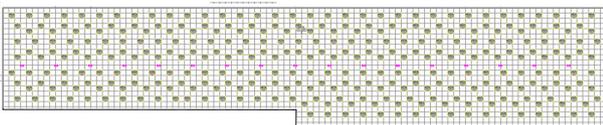


图 3 方案 1 模型图

方案 2：首先对原设计方案进行气流仿真验证，并根据气流仿真结果中的气流情况提出优化方案，再利用气流仿真对优化方案进行仿真验证<sup>[2]</sup>，以此得到较优的气流方案 2，即房间整体 FFU 布置率提升至 17%，局部位置（喷墨机及相邻区域）FFU 布置率设置为 25%，如图 4 所示。

仿真区域主要仿真气流在静态下的速度流场，模型包括 FFU、回风口、吊顶、工艺设备及围护结构。

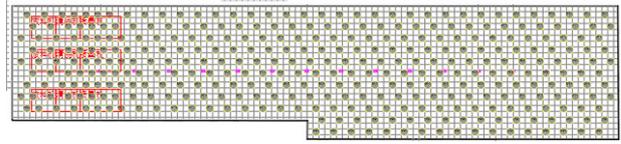


图 4 方案 2 模型图

### 3.2 边界条件设定

上述计算模型采用的计算边界条件如表 1 所示。

表 1 边界条件设置表

物理模型	边界条件
FFU	速度入口边界 (velocity inlet) : 0.4m/s
回风夹道 (不含风口处)	壁面边界 (wall)
基础层及其他墙壁	壁面边界 (wall)
回风口	压力出口边界 (pressure outlet)

## 4 仿真结果及结论

### 4.1 喷墨机位置速度云图对比

图中白色区域为速度近乎为零的区域即房间滞留区，该部分区域会导致污染物颗粒的聚集<sup>[3]</sup>。对比图 5 及图 6 可看出，房间 FFU 布置方案调整后，可有效消除房间滞留区，避免房间内局部积尘。

此外，图 5 及图 6 方框区域为喷墨机位置，对比速度云图可以看出，方案 1 喷墨机位置存在滞留区，优化后的方案 2，可保证喷墨机周围无空气滞留区，喷出的油墨可被气流带走，不会在房间内堆积。

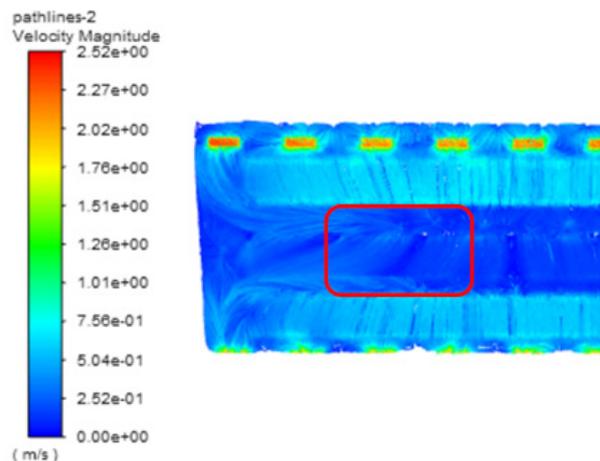


图 5 方案 1 喷墨区速度云图

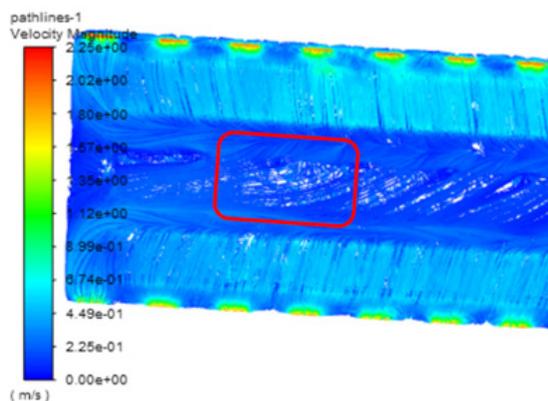


图6 方案2 喷墨区速度云图

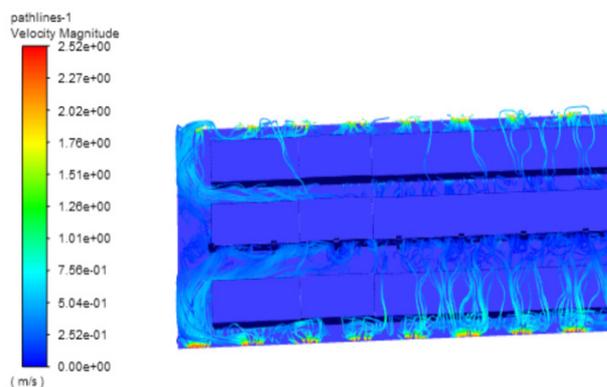


图8 方案2 喷墨区速度流线图

#### 4.2 喷墨机位置流线图对比

图7及图8分别为方案1、2的喷墨区速度流线图，通过对比可看出，方案1喷墨区的气流往四周流动；方案2喷墨区的气流沿着设备上方及房间左侧回流至回风口，不会向房间右侧大空间扩散<sup>[4]</sup>，油墨分子可得到有效的控制。

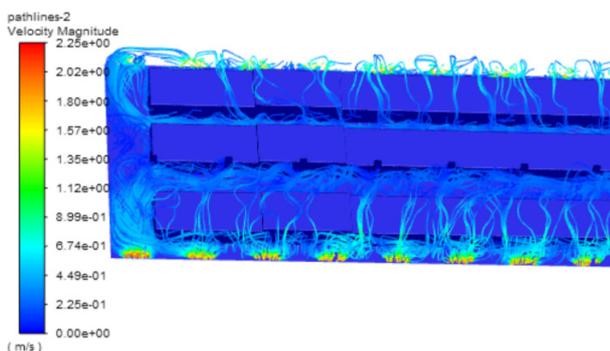


图7 方案1 喷墨区速度流线图

#### 5 结语

洁净室内合理的气流组织是污染源控制的关键，可以通过调整FFU的布置位置及布置率进行房间气流组织的调整，考虑到投资及运行成本，可采用局部加整体的调整方式。通过减少污染源附近的涡流现象、控制污染源附近的气流方向，避免污染物在房间内滞留或扩散，使污染物尽快被气流带离房间，避免污染物的堆积，减少污染源对洁净室的影响。

#### 参考文献

- [1] 王海桥,李锐.空气洁净技术[M].北京:机械工业出版社,2017.
- [2] [美]耿怀玉.半导体集成电路制造手册[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [3] GB 50073—2013 洁净厂房设计规范[S].
- [4] GB 50472—2008 电子工业洁净厂房设计规范[S].