

초청정 클린룸의 기류 및 가스오염 특성 해석

노 광 철, 이 승 철*, 오 명 도†

서울시립대학교 대학원 기계정보공학과, *동해대학교 자동차공학과, †서울시립대학교 기계정보공학과

Analysis on the Airflow and the Gas Contamination Characteristics in Super Clean Room

Kwang-Chul Noh, Seung-Chul Lee*, Myung-Do Oh†

Graduate school of Mechanical and Information Engineering, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

*Department of Automotive Engineering, Donghae University, Donghae 240-713, Korea

†Department of Mechanical and Information Engineering, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea

요 약

최근 들어 반도체용 웨이퍼(wafer)의 대구경화, 초고집적화, 패턴의 미세화가 추구됨에 따라 초청정 클린룸 공조에 있어서 많은 방식들이 제안되어지고 있고 이에 대한 평가는 주로 시공 후, 많은 시간과 노력을 통한 실험적 방법으로 이루어지고 있다. 그러나 클린룸에 있어서 중요 평가지표인 기류와 청정도에 대해서는 방법상의 문제 등으로 실질적인 평가가 쉽지가 않을 뿐만 아니라 각각의 방식이 적용되어도 사용목적과 운전특성, 오염발생 정도가 각 시스템에 따라 다르기 때문에 상호간의 비교분석은 더욱 어렵게 된다. 이러한 이유로 인하여 10여년 전부터 전산유체역학(CFD)기법을 이용한 클린룸의 기류 및 오염확산분포 등에 대한 종합적인 비교, 평가기법이 개발되고 있으며 이에 대한 다양한 연구들이 계속 진행되고 있다. 그러나 아직까지 국내에서는 수퍼클린룸과 GIGA급 클린룸시스템에 대한 수치적인 연구가 상당히 미약할 뿐만 아니라 가스확산 특성에 관해서는 연구되어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 초청정 클린룸시스템으로 분류되는 축류팬형(이하 AFT로 칭함, Axial Fan Type) 시스템, 팬필터유닛형(이하 FFU로 칭함, Fan Filter Unit) 시스템에 대해서 전산유체역학 기법을 도입하여 2차원 기류 및 가스오염 분포를 계산하였다. 또한 구해진 기류 및 가스오염 분포 결과들을 이용하여 클린룸 평가지표를 통한 두 시스템의 비교, 분석을 수행하였다.

수치적인 방법으로 초청정 클린룸에 대한 기류 및 가스오염 특성 분석을 수행하였고 이를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 클린룸 필터의 하단과 바닥패널 1.5m 상부에서 계산된 속도분포의 관찰을 통하여 두 시스템 모두 비균일도는 ISO기준치(20%)를 만족하는 것으로 측정되었고 댐퍼조정의 여부에 따라 속도분포의 결과가 현저한 차이를 보였다. 편향각은 두 시스템 모두 비슷하게 관찰되었으며 댐퍼가 설치되어 조정되기 전에는 ISO기준치(14')를 만족시키지 못하였으나 설치된 후에는 ISO기준을 만족하였으며 각 영역에서 중앙 지지대를 중심으로 좌우대칭의 형상을 나타냈다. 공기연령의 개념을 도입하여 계산된 환기효율은 댐퍼조정의 여부에 따라 약 1.5%정도로 큰 차이는 없었으나 등고선의 기울기를 통하여 A, B영역까지는 FFU시스템의 성능이 AFT시스템보다 더 우수한 것으로 나타났다.

(2) 가스오염특성 분석을 통하여 FFU시스템이 AFT시스템에 비해 전역교차오염 영역이 훨씬 작은 것을 확인할 수 있었고 오염발생위치에 상관없이 FFU시스템은 오염원 영역만을, AFT시스템은 모든 영역을 오염시키는 것으로 나타났다. 오염거리와 회복시간은 클린룸 시스템의 타입과 오염원 발생위치에 관계없이 각각 16초와 1.2m로 거의 동일하게 측정되었다.

(3) 클린룸의 평가지표를 기준으로 두 대상 클린룸을 평가한 결과, 전체적으로 FFU시스템의 성능이 AFT시스템보다 더 우수한 것으로 관찰되었다.