

반도체공정의 Tubing내 잔여가스제거 지적결정시스템

임사환(책임저자)*, 허용정**, 최성주***, 이종락****

*한국기술교육대학교 기계공학과, **한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부,
한국기술교육대학교 기계공학부, *가스안전교육원 교수실

초록

21C 정보화시대를 맞이하여 반도체 산업이 급속하게 발전함에 따라 컴퓨터를 활용한 효율성이 높은 유틸리티 관리 시스템(New Utility Management System) 기술이 중요시 되는 추세이다. 본 연구에서는 반도체 공정의 가스 케비넷 또는 BSGS(Bulk Specity Gases System) 등에 사용되는 실린더 등의 교체 후 Tubing 등에 남아있는 잔여가스를 효과적으로 제거하기 위한 잔여가스제거 지적결정시스템을 구현하였다. 이를 통하여 각 공정에 필요한 독성가스의 종류에 따른 퍼지가스의 종류 및 횟수를 결정하였으며, 이결과는 운전 및 관리의 효율성 증대와 에너지 절감을 위하여 매우 유익하게 활용될 것이다.

1. 서론

반도체 산업은 인류의 발전과 더불어 날로 급성장하고 있으며, 인류의 문명에 막대한 영향을 끼치고 있다. 이러한 반도체 소자의 제조공정에 사용되는 독성가스는 제조공정용 가스와 세정용으로 분류되는데, 불순물의 혼입에 의한 불량률이 발생한다. 따라서 반도체 소자의 제조공정은 무엇보다도 먼저 세정으로부터 시작되며, 일반적으로 웨이퍼 표면의 세정만을 생각하기 쉽지만 실제 제조공정에 있어서는 반도체 제조장비 전체를 통해서 초정정화를 위한 기술로서 광범위하게 이해되어야 한다.[1] 반도체 웨이퍼의 대기정화와 소자의 미세화가 진행되면서 표면의 오염물질은 소자의 신뢰성에 직접적인 영향을 주기 때문에 미세입자 및 아주 작은 량의 급속 오염 등을 제거해야 한다.[2] 이러한 미세입자를 제거하기 위하여 세정 장비에 대한 연구와 반도체 장비 등에 대한 흡착물의 세정에 대한 연구가 진행되고 있다.[3][4] 하지만 이러한 세정작업에 사용되는 독성가스의 공급라인에 대한 올바른 이해가 부족하여 안전관리에 문제점을 야기하고 있다. 따라서 본 논문에서는 반도체 공정에 중요한 소재로 사용되는 독성가스의 공급부에서 불순물을 제거하기 위한 퍼지공정에 대하여 퍼지가스의 종류와 횟수를 쉽게 파악하여 운전 및 관리의 효율성 증대와 에너지 절감을 위한 잔여가스제거 지적결정 시스템을 구성하였다.[5]

2. 시스템의 구성

잔여가스제거 지적결정시스템(Intelligent Decision System by Residual Gas Purge Process)은 Fig.1에서 보듯이 크게 입력자료, 수치, 결과값 3가지 그룹으로 나누어지며, 이상 기체 상태방정식을 이용하여 Fig.2에서 보듯이 퍼지공정에 따른 퍼지가스의 종류와 횟수, 용량이 결정되면 이를 비교하여 평가하는 시스템이다.

본 지적결정 시스템은 마이크로소프트사의 Visual Basic을 이용하였다.

2.1 입력자료(Input data)

입력자료에서 공정가스의 종류를 선택하고, 이에 합당한 퍼지가스를 선택하도록 하였다. 이는 퍼지가스의 용량과 횟수에 밀접한 관련이 있으며, 독성가스로 인한 사고피해에 중요한 인자이다.

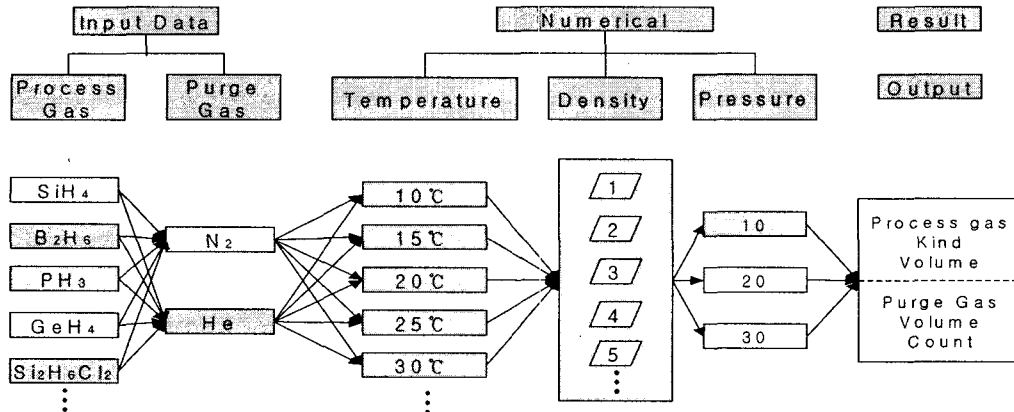


Fig.1 Intelligent Decision system by Residual Gas Purge Process

2.2 수치자료(Numerical data)

일반적으로 반도체 공정에 사용되는 독성가스의 공급은 가스 캐비닛 또는 BSGS 등에 사용되는 실린더 등의 교체 후 Tubing 등에 남아있는 잔여가스제거는 대기상태에서 작업이 이루어진다.

또한 기체의 확산속도는 압력과 온도에 따라 달라지며, 인체에 유해하지 않는 허용농도로 방출하기 위해서 온도, 압력, 규정농도 등은 매우 중요한 요소이다.

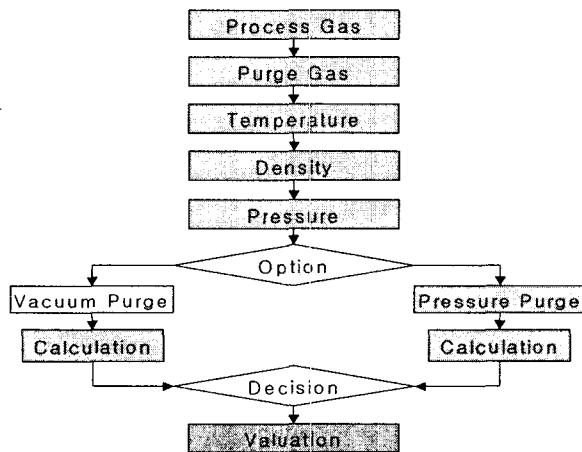


Fig.2 Flow chart of system

2.3 결과값(Result)

지적결정 시스템의 결과는 주어진 입력자료와 수치자료의 값들을 가지고, 이상기체상태방정식을 이용하여 진공퍼지와 압력퍼지에 대하여 가스용량과 횟수를 구하여 비교 평가하는 것이다.

2.3.1 퍼지가스 농도 및 횟수 산정식

퍼지가스 농도 및 횟수 산정은 압력한계 P_L와 P_H이 각 사이클 동안 이상기체라고 가정하여 계산하면 다음과 같다.[6]

$$y_i = y_0 \left(\frac{n_i}{n_{ii}} \right)^j = y_0 \left(\frac{P_L}{P_{Hj}} \right) \quad (1)$$

y_i : 최종 원하는 농도, y₀ : 초기 농도, n_i : 저압에서의 몰수, n_{ii} : 고압에서의 몰수
 P_L : 저압, P_{Hj} : 고압, j : 사이클

2.3.1 퍼지가스 용량 계산식

각 사이클 동안 가한 퍼지가스의 전체 몰수는 일정할 때 j사이클에 대하여 전체 퍼지가스의 양은 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta n_{Purge\ gas} = j(P_H - P_L) \frac{V}{R_g T} \quad (2)$$

$\Delta n_{Purge\ gas}$: 퍼지가스의 용량, V : 용기 또는 시스템의 부피, R_g : 이상기체 상수, T : 절대온도

3. 지적결정 사례연구

Fig. 3~7은 반도체 공정의 Tubing 잔여가스제거 지적결정시스템(IDGP)을 이용하여 퍼지공정을 비교 평가하는 예를 나타내었다. 또한 이를 이용하여 용기 등의 잔여가스제거에도 활용할 수 있을 것이다.

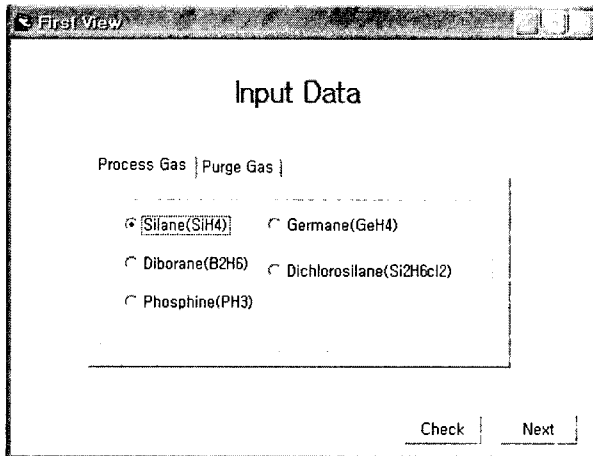


Fig. 3 Input Data

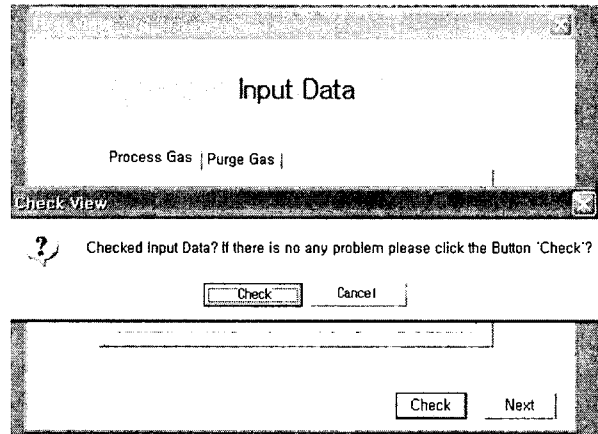


Fig. 4 Items to be Confirmed

Fig. 3, 4는 Fig.1의 블록다이아그램의 전개방식과 같이 첫 번째 단계에서의 선택창으로 입력 자료에 대하여 지정하며, 확인을 더블클릭하면 첫화면에서의 지정유무를 확인토록 하는 메시지 창이 활성화되어 오류를 검토할 수 있도록 하였다.

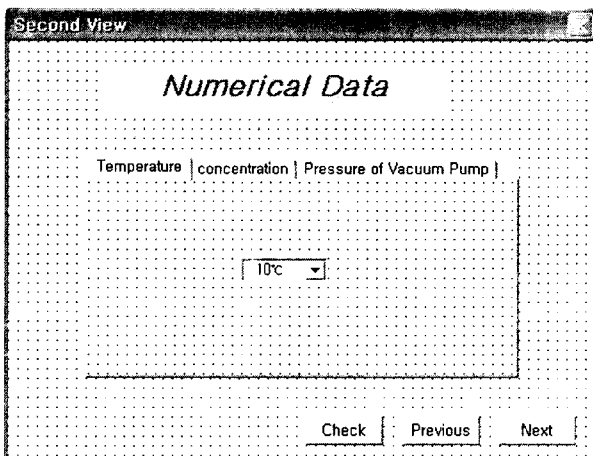


Fig. 5 Numerical Data

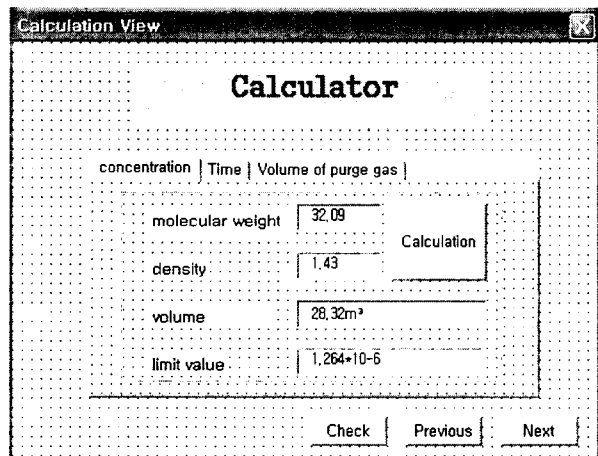


Fig. 6 Computation View

Fig. 5은 두 번째 단계인 수치자료의 선택창으로 온도, 농도, 압력에 대하여 지정하며, 확인을 더블클릭하면 두 번째 화면에서의 지정유무를 확인토록 하는 메시지 창이 활성화되어 오류를 검토할 수 있도록 하였다.

Fig. 6은 계산화면으로서 수치자료의 결과에 대한 계산창으로 가스종류에 따른 분자량 및 밀도에 의하여 허용농도를 구하고, 식(1)을 이용하여 퍼지횟수를 구할 수 있다. 이를 통하여 식(2)에 적용하여 퍼지가스의 용량을 파악할 수 있다.

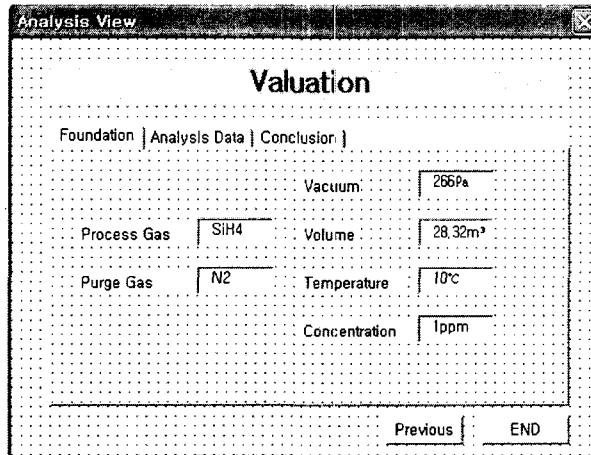


Fig. 7 Basic data, Analysis data and Conclusion

마지막으로 Fig.7은 최종자료를 한눈에 파악할 수 있는 창으로, 기본자료를 통한 잔여가스제거 지적결정시스템을 활용하여 진공퍼지와 압력퍼지에 대한 퍼지횟수와 용량을 파악하여 비교평가를 할 수 있는 자료를 획득할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 반도체 공정에서 활용되는 독성가스 공급설비의 퍼지공정에 대한 일반적인 자료를 토대로, 현재 많이 활용되고 있는 진공퍼지와 압력퍼지에 대하여 경제적 및 안전성을 비교평가해주는 사용자 친화적 지적결정프로그램을 개발하였다. 본 논문에서 구축된 잔여가스제거 지적결정시스템을 활용하면 다음과 같은 효과가 기대된다.

- 1) 독성가스 공급시설에 대한 퍼지공정의 횟수와 퍼지가스 용량을 쉽게 결정할 수 있으며, 이를 통하여 보다 정확한 데이터에 의한 공정관리로 시간적, 경제적 효과가 기대된다.
- 2) 새로운 독성가스에 대하여도 그 물리적 및 화학적 성질에 대한 자료를 입력하면 신규 공정 설계 등에 적용할 수 있어 현장 및 교육자료로 활용효율이 높을 것이다.

그리고, 연구를 진전시켜 보편적으로 사용하는 독성가스 외의 공정용가스에 대한 물리적, 화학적 성질 및 가스의 단가를 DB로 추가 구축한다면 최적의 퍼지공정과 경제성을 고려한 공정결정 프로그램으로까지 확장이 가능할 것이다.

후기

본 연구는 산업자원부지방기술혁신사업(RTI04-01-02) 지원으로 수행되었습니다. 지원에 감사드립니다.

참고문헌

[1] Maeda Kazuo, "반도체 제조장치", 일본 공업조사회, 1999.
 [2] Semiconductor World Journal, "최신 반도체 프로세스 기술(Technology & Equipment)", 1998.

- [3] 김광선, 김종원, 홍광진, 조현찬, 김두용, 조중근, “차세대 반도체 세정 장비용 약액 공급 시스템 연구”, 한국반도체및디스플레이장비학회지, 제4권, 제3호, pp.29-33, 2005.
- [4] 유정주 & 배규식, “반도체 장비 부품의 Ti/TiN 흡착물 세정 공정 연구”, 한국반도체및디스플레이장비학회 2004년도 춘계학술대회 논문집, pp.92-96, 2004.
- [5] 임사환 & 허용정, “가스 저장탱크 안전거리의 지적 결정 시스템 개발”, 한국산화기술학회논문지, 제7권, 제4호, pp.721-726, 2006.
- [6] 한국가스안전공사, “독성가스실무(특수가스)”, 동신인쇄사, pp.36-40, 190-195, 2006.