

반도체공정의 Tubing 내 잔여가스제거 지적결정시스템

임사환[†] · 허용정* · 최성주** · 이종락***

[†]한국기술교육대학교 기계공학과, *한국기술교육대학교 메카트로닉스공학부,

한국기술교육대학교 기계공학부, *가스안전교육원 교수실

Intelligent Decision System for Purging a Residual Gas inside Tubing in Semiconductor Process

Sa Hwan Leem[†], Yong Jeong Huh*,
Seong Joo Choi** and Jong Rark Lee***

[†]Department of Mechanical Engineering KUT, *KUT School of Mechatronics Engineering,

KUT School of Mechanical Engineering, * Faculty Division, Institute of Gas Technology Training

ABSTRACT

Semiconductor industry has been dramatically developed with the information era of 21C, and the trend now is to consider that the technology of management system of the computer utility that has a high efficiency is important. This study investigated the intelligent decision system for residual gas purge process to effectively remove the residual gas in the tube after replacing the cylinder that is used for the gas cabinet or BSGS(Bulk Specialty Gas Supply System) of the semiconductor process. It was suggest from this study that it is possible to decide the type, frequency and volume of purge gas using various toxic gases which is necessary for each process. Also, this result will be utilized for operating the system, increasing the efficiency of management and saving energy.

Key Words : Purge Process, Intelligent Decision, Toxic Gas

1. 서 론

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[1-5]. 또한 반도체 웨이퍼의 대구경화 및 미세화가 진행되면서 표면의 오염물질은 소자의 신뢰성에 직접적인 영향을 주기 때문에 미세입자 및 아주

적은 양의 금속 오염 등을 제거해야 한다.[6] 이러한 미세입자를 제거하기 위하여 세정 장비에 대한 연구와 반도체 장비 등에 대한 세정에 대한 연구가 진행되고 있다[7, 8].

특히 독성가스 캐비닛 또는 BSGS 등에 사용되는 실린더 등의 교체 후 Tubing 등에 남아있는 잔여가스는 불순물 혼입 및 누출 등 안전사고로 인체와 경제에 막대한 영향을 초래할 수 있으므로 퍼지작업이 매우 중요하며[9], 최근 5년간 국내에서 발생한 독성가스 안전사고는 18건이 발생하였고 그 피해는 매우 막대하였다[10].

따라서 본 논문에서는 반도체공정에 중요하게 사용되는 독성가스의 공급부에서 불순물을 제거하기 위한 퍼지공정에 대하여 퍼지가스에 따른 퍼지횟수 및 용량을 파악하여 운전 및 안전관리의 효율증대, 에너지 절감과 교육용으로 활용코자 잔여가스제거 지적결정시스템을 구성하였다[11].

[†]E-mail : leemsahwan@kut.ac.kr

2. 시스템의 구성

Fig. 1은 잔여가스제거 지적결정시스템을 나타내고 있다. Fig. 1에서 보듯이 크게 입력자료, 수치, 결과값 3가지 그룹으로 나누어지며, 이상기체상태방정식을 이용하여 Fig. 2에서 보듯이 퍼지공정에 따른 가스의 종류와 횟수, 용량이 결정되며 이를 비교 평가하는 시스템으로 공정 및 퍼지가스, 온도, 농도, 압력 등을 입력받아서 진공 및 압력 퍼지시스템을 선택하여 계산하는 방식이다.

본 지적결정시스템은 마이크로소프트사의 Visual Basic을 이용하였다.

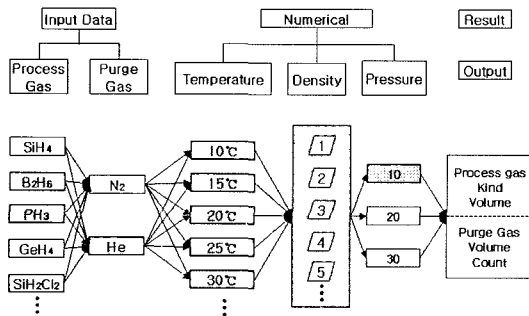


Fig. 1. Intelligent Decision System.

Table 1. Properties of Typical Toxic Process Gases used in Semiconductor Process Units: g, ppm, %

Process Gas	molecular weight	TLV-TWA	ELV
Silane (SiH ₄)	32.12	5	1.0-100
Diborane (B ₂ H ₆)	27.68	0.1	0.8-88
Phosphine (PH ₃)	34.00	0.3	1.0-98
Germane (GeH ₄)	76.62	0.2	0.8-100
Dichlorosilane (H ₂ SiCl ₂)	101.01	-	4.1-99

TLV-TWA: Threshold Limit Value-Time Weighted Average
ELV: Explosion Limit Value

Table 2. Properties of Typical Purge Gases used in Semiconductor Process Units : g, g/l

Purge Gas	Molecular weight	Density	ELV
Nitrogen (N ₂)	28.01	1.2506	Negligible fire hazard
Helium (He)	4.00	0.1785	Negligible fire hazard

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.

반도체 공정에서 사용되는 대표적인 독성가스의 물성은 Table 1과 같다[12, 13].

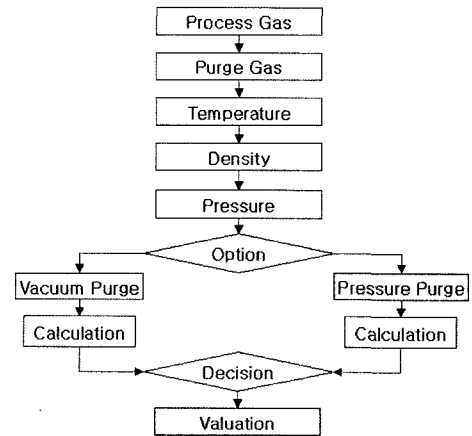


Fig. 2. Flow Chart of System.

반도체 공정의 퍼지가스에 일반적인 사용되는 가스의 물성은 Table 2와 같다. [14,15]

2.2. 수치자료(Numerical data)

일반적으로 반도체 공정에 사용되는 독성가스는 가스 케비넷 또는 BSGS 등에 사용되는 실린더를 통해 공급되고, 이러한 실린더의 교체 후 Tubing 등에 남아 있는 잔여가스제거는 대기상태에서 작업이 이루어진다.

또한 기체의 확산속도는 압력과 온도에 따라 달라지며, 인체에 유해하지 않는 허용농도로 방출하기 위해서 온도, 압력, 규정농도 등의 조절은 매우 중요하다[16, 17].

2.3. 결과값(Result)

지적결정시스템의 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[18].

$$y_i = y_0 (n_L / n_H)^j = (P_L / P_H) \tag{1}$$

y_i : 최종 원하는 농도, y_0 : 초기농도, j : 싸이클,
 n_L : 저압에서의 몰수, n_H : 고압에서의 몰수,
 P_L : 저압, P_H : 고압

2.3.2. 퍼지가스 용량 계산식

각 사이클 동안 가한 퍼지가스의 전체 몰수가 일정할 때 j 싸이클에 대하여 전체 퍼지가스의 양은 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta n_{\text{Purge Gas}} = j (P_L / P_H) \{V / (R_g T)\} \tag{2}$$

$\Delta n_{\text{Purge Gas}}$: 퍼지가스의 용량, R_g : 이상기체상수,
 V : 용기 또는 시스템의 부피, T : 절대온도

3. 지적결정 사례연구

Fig. 3~7은 반도체 공정의 Tubing내 잔여가스 제거 지적결정시스템(IDSGP)을 이용하여 진공퍼지와 압력 퍼지 공정을 비교 평가하는 예를 나타내었다. 또한 DB를 추가로 구축하면 Tubing뿐만 아니라 용기 등의 잔여가스제거에도 손쉽게 활용이 가능할 것이다.

Fig. 3은 Fig. 1의 블록다이어그램의 전개방식과 같이 첫 번째 단계에서의 선택창으로 입력자료에 대하여 지정하며, 확인을 더블클릭하면 첫 화면에서의 지정유무를 확인토록 하는 메시지창이 활성화되어 오류를 검토할 수 있도록 하였다.

Fig. 4는 Fig. 3의 Input data를 옳게 지정하였는지를 확인할 수 있는 메시지 창을 활성화된 모양으로 첫 번째 단계에서의 선택창에 입력자료를 재확인할 수 있도록 하여 에러를 검토하고 다음 단계로 진행하도록 하였다. 확인 창은 매 단계마다 프로그램이 요구한 자료

를 입력하고 검토하도록 설계하였다.

Fig. 5는 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.

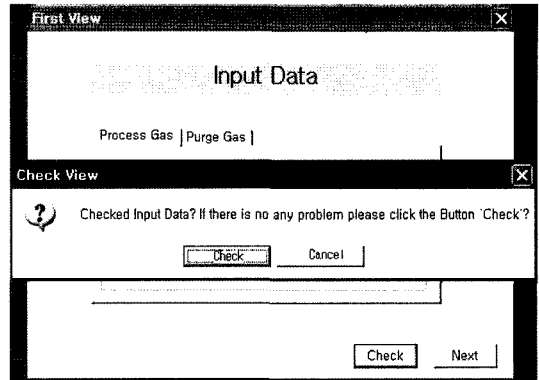


Fig. 4. Items to be Confirmed.

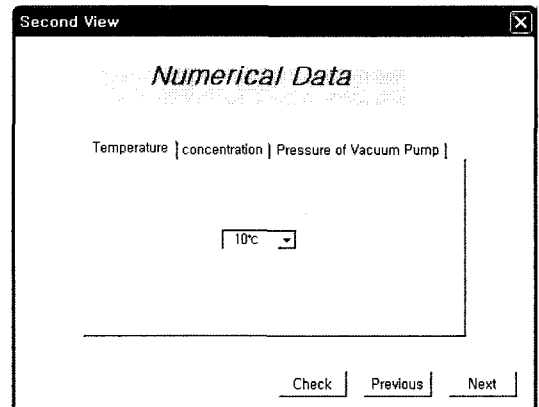


Fig. 5. Numerical data.

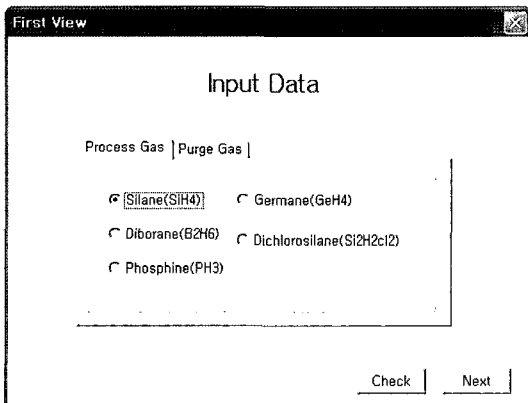


Fig. 3. Input data.

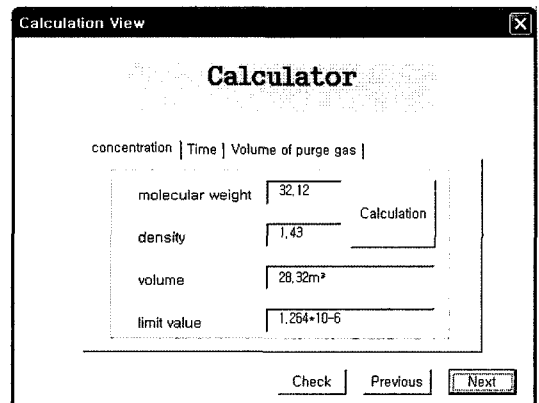


Fig. 6. Computation View.

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

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

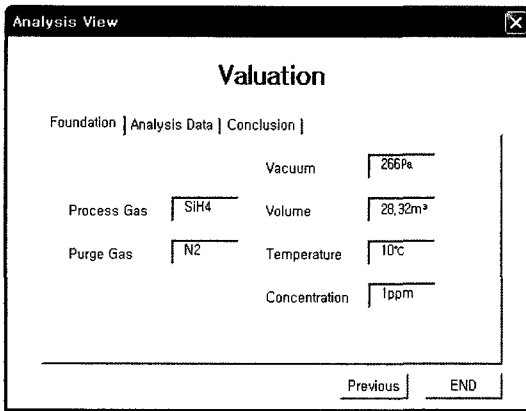


Fig. 7. Basic data, Analysis data and Conclusion.

4. 결 론

본 논문에서는 반도체 공정에서 활용되는 독성가스 공급설비의 퍼지공정에 대한 일반적인 자료를 토대로 현재에서 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) 반도체 공정에 사용되는 특수한 독성가스에 대해서도 그 물리적 및 화학적 성질에 대한 자료를 입력하면 신규 공정설계 등에 적용할 수 있어 현장 및 교육자료로 활용효율이 높을 것이다.

추후 연구를 진전시켜 반도체공정에 사용하는 독성가스 퍼지용 가스의 단가 등을 DB로 추가 구축하여 퍼지가스 종류에 따른 최적의 경제적 효과를 얻을 수 있는 방법을 도출하고자 한다.

감사의 글

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

참고문헌

1. Maeda Kazuo, "Semiconductor's Manufacture Equipment", Japanese Industrial Standards Committee, 1999.
2. Ojima, s., Kubo, K., Kato, M., Toda, M. and Ohmi, T., "Megasonic exited ozonized water for the cleaning of silicon surfaces", J. Electrochem. Soc., Vol. 144, No. 4, pp.1482-1487, 1997.
3. Han, G.-S., Kim, S.-Y. and Yoo, Y.-P., "Process Development of Photoresist Removal form Commercial Silicon Wafers Using Supercritical Carbon Dioxide", Theories and Applications of Chem. Eng., Vol. 9, No. 2, pp.1857-1860, 2003.
4. Lee, S. H., Park, J. G., Lee, J. M., Cho, S. H. and Cho, H. K., "Si wafer surface cleaning using laser-induced shock wave: a new dry cleaning methodology", Surface and coatings Technology, 169-170, pp.178-180, 2003.
5. De Smedt, F., De Gendt, S., Heyns, M. M. and Vinckier, C., "The Application of Ozone in Semiconductor Cleaning Processes: The Solubility Issue", Journal of the Electrochemical Society, 148(9), pp.G487-493,2001.
6. Semiconductor World Journal, "Recently Semiconductor Process Technology(Technology & Equipment)", 1998.
7. Jong Won Kim, et al., "A Study on Design of Intelligent Wet Station for Semiconductor", Journal of the Semiconductor & Display Equipment Technology, Vol. 4, No. 3, pp.29-33, 2005.
8. Yoo, J. J. & Bae, K. S., "A Study on Cleaning Processes for Ti/TiN Scales on Semiconductor Equipment Parts", Proc. of KFIS Spring Conference 2004, Korea, May 1, 2004, Vol. 14, No. 1, pp.92-96. 2004.
9. Martin Hattig & Henrikus Steen, "Handbook of Explosion Prevention and Protection", WILEY-VCH, 2004.
10. Korea Gas Safety Corporation, "2005 Gas Accident Yearbook", O-Sung Printing, 2006.
11. Leem, S. H. & Huh, Y. J., "A Development of Intelligent Decision System by Safety Distance of GAS Storage Tank", Journal of the Korea Academic Industrial Society, Vol. 7, No. 4, pp.721-726, 2006.
12. American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH), "Documentation of the Thres-

- hold Limit Values and Biological Exposure Indies”, Cincinnati, OH, 1996.
13. Carl L. Yaws, “Matheson Gas Data Book I: Seventh Edition”, Matheson Tri-Gas, 2001.
 14. Carl L. Yaws, “Matheson Gas Data Book II: Seventh Edition”, Matheson Tri-Gas, 2001.
 15. <https://www.mathesontrigas.com/MSDS/index.aspx>
 16. Lee, H. C., “Improved Risk-Based Inspection Supporting the Quantitative Cause Analysis”, Ph.D. Thesis, Myongji University, 2004.
 17. Lee, H.-C., Kim, H.-J., Shin, D.-I. and Kim, T.-O., “Consequence Analysis for Accidental Releases of Toxic Gases through Risk Based Inspection using API-581”, Journal of the Korea Institute of Gas, Vol. 8, No. 4, pp.8-14, 2004.
 18. Korea Gas Safety Corporation, “Practical Affairs of Toxic Gas(Special Gas)”, Dongshin Printing Office, pp.36-40, 190-195, 2006.