

극미세 절연체 박막 증착을 위한 액상전구체 공급장치 제작

안태준*** · 최범호*** · 유운섭*

*한경대학교 전기전자제어공학과, **한국생산기술연구원

Liquid precursor delivery system for ultra thin film preparation

Tae-Jun Ahn*** · Bum Ho Choi*** · Yun Seop Yu*

*Department of Electrical, Electronic and Control Engineering, Hankyong National University

**Group for Nano-Photonics Convergence Technology, Korea Institute of Industrial Technology

E-mail : jjgo1235@kitech.re.kr

요 약

본 논문에서는 반도체 소자에 적용되는 극미세 박막을 낮은 온도에서 증착하기 위한 액상 전구체 공급 장치 개발 및 이의 특성 평가를 소개한다. 액상전구체 공급장치는 aerosol generator, vaporizer, vapor storage로 구성되어 있으며, 액체 상태의 전구 물질을 기화하여 박막 증착에 사용하는 장치이다. 이를 이용하여 알루미늄나 극미세 박막을 증착하여 그 특성을 평가하였다.

ABSTRACT

We have developed liquid precursor delivery system (LDS) for ultra thin film preparation in semiconductor devices. The LDS consists of 3 major parts : aerosol generator, vaporizer and vapor storage. By using LDS which was attached to plasma enhanced chemical vapor deposition system, thin Al₂O₃ layer was prepared at extremely low temperature and characterized.

키워드

액상전구체 공급장치, 박막, 반도체, 극저온

I. 서 론

반도체 소자의 크기가 점점 미세화 됨에 따라 소자를 구성하는 요소 중 하나인 박막 증착 공정 조건도 많은 변화를 가져왔다. 게이트 절연막의 경우 5nm 이하의 두께를 400도 이하의 낮은 온도에서 형성하는 것을 목표로 연구가 진행되어 왔으며, 특히 유연 전자소자에 적용하기 위해 박막 증착 온도는 150도 이하를 요구하는 실정이다 [1]. 이를 위해 기존의 가스를 이용한 박막 증착 공정 대신 액체 상태의 전구 물질을 기화시켜 실리콘 기판 상에 박막을 형성하는 기술을 도입하였으며, 이에 따라 전구 물질부터 공정까지 액상 전구체를 이용한 박막 증착에 초점을 맞추어 개발이 진행되어 왔다. 따라서 액체 상태의 전구 물질을 기화시킬 수 있는 장치에 관한 연구 역시 활발히 진행되고 있다. 하지만 기존의 액상 전구체 공급장치는 bubbler 방식으로서 carrier gas를 이용하여 mist 상태의 전구체를 공급하는 방식이다 [2]. 이는 효율적인 mist 발생을 위해 일정 범위의 carrier gas 유량을 필요로 하여 최적 공정 구

현에 제한을 받게 되며, 기화를 위해 가해주는 열에 의해 액체 상태의 전구 물질의 열화를 야기하는 단점이 있다. 또한 bubble 방식은 vapor 생성량의 한계를 보임으로서 반도체 양산 공정에 적용하기 어려운 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 신뢰성과 양산성이 확보된 액상전구체 공급장치 개발에 대한 요구가 제기 되어져 왔다.

본 논문은 액체 상태의 전구체를 초음파를 이용하여 aerosol 상태로 변환한 후 열을 가해 vapor 상태로 변환하여 박막 증착 장비 챔버 내에 공급하는 액상 전구체 공급장치에 관한 연구 결과를 소개한다. 개발된 액상전구체 공급장치를 이용하여 Al₂O₃ 박막을 120도의 극저온에서 증착하였으며 이의 특성을 평가하였다.

II. 본 론

2.1. 액상전구체 공급장치

그림 1은 제작된 액상전구체 공급장치의 모식도이다. 액상 전구체 공급장치는 전구 물질을 aerosol

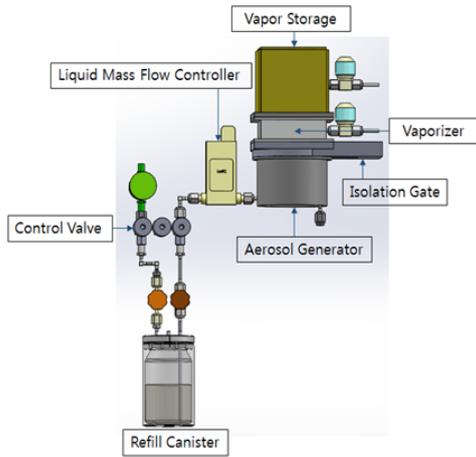


그림 1. 액상전구체 공급장치 모식도.

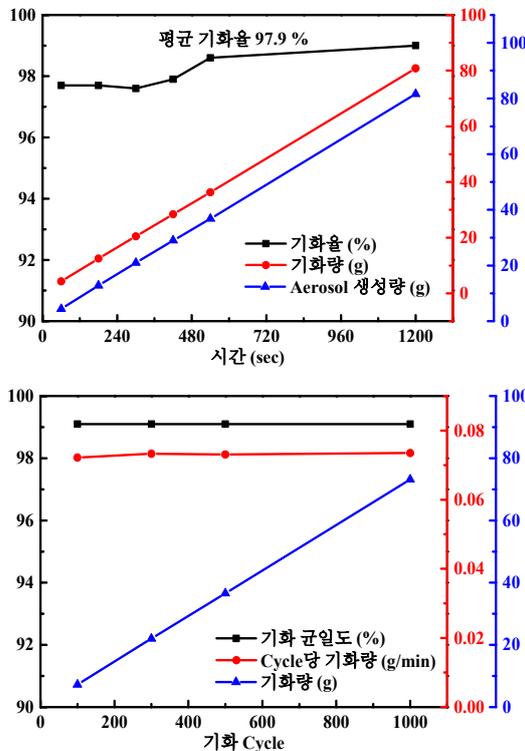


그림 2. 액상전구체 기화율 및 기화 균일도 측정 결과

상태로 변화시키는 aerosol 생성기, aerosol 상태의 전구체를 기체 상태로 변환하는 vaporizer 그리고 기화된 전구 물질을 저장하는 vapor storage로 구성된다. 사용되는 전구 물질의 종류에 따라 aerosol 생성기의 초음파 주파수는 변화되어야 하며, 알루미늄 박막 형성을 위해 사용한 TMA 물질의 경우 1.72 MHz를 사용하였다.

그림 2는 개발된 액상 전구체 공급장치의 평균 기화율과 기화 균일도를 평가한 그래프이다. 이 때 평균 97.9%로 측정 되었으며, 기화 균일도는 98% 이상을 나타내어 반도체 극미세 박막을 형성

하는 데 사용 가능함을 제시하였다. 이 때 기화 균일도는 총 기화량을 aerosol 생성량으로 나눈 값에 100을 곱하여 계산하였으며, 기화 균일도는 (100-불균일도) 식을 이용하여 계산하였다. 최대 기화량은 분 당 4.3그램으로 박막 증착 공정 시에는 분 당 0.073그램을 기화하여 알루미늄 박막을 형성하는 공정에 적용하였다.

2.2. 박막 증착

그림 3은 액상전구체 공급장치를 이용하여 증착한 알루미늄 박막의 AFM 사진으로 거울면이 증착되었음을 알 수 있었으며, 표면 거칠기는 2.12nm로 측정되었다. 또한 표면에 결함이나 pore 등이 관찰되지 않는 균일한 박막이 형성되었음을 알 수 있는 결과이다. 이는 개발된 액상 전구체 공급장치가 반도체 소자에 적용되는 절연막 증착에 효과적으로 사용될 수 있음을 나타내는 결과이다.

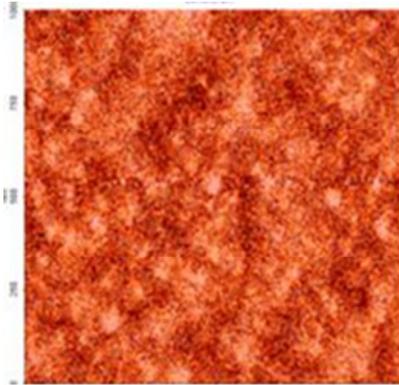


그림 3. 개발된 액상전구체 공급장치를 이용하여 증착한 알루미늄 박막의 AFM 사진.

V. 결 론

본 연구에서는 극미세 박막 증착을 위한 액상 전구체 공급장치를 제작하여 그 특성을 평가하였으며, 이를 알루미늄 박막 증착 공정에 적용하여 반도체 소자 제작에 적용 가능함을 평가하였다. 액상전구체 공급장치는 평균 기화율 97.9%, 기화 균일도 98% 이상의 성능을 나타내었다. 또한 증착된 알루미늄 박막의 표면 거칠기는 2.12nm로서 반도체 소자에 적용 가능한 균일한 박막이 형성되었음을 확인할 수 있다.

참고문헌

[1] S. Ueno, Y. Konishi, K. Azuma, ECS J. Solid State Sci. and Technol. 5 (2016) R21.
 [2] B. Yoon, D. Seghete, A. S. Cavanagh, S. M. George, Chem. Mater. 21 (2009) 5365.