

## 초청강연 II

### 선택적 단결정 실리콘 성장의 고집적 소자 적용 기술 (Selective epitaxial growth of silicon for high density devices)

한국전자통신연구원 정우석

#### 1. 서론

선택적 단결정 실리콘 성장(selective epitaxial growth of silicon, SEG) 기술은 반도체 소자의 cell size 축소에 따른 구조적 측면, 공정 단순화 측면뿐만 아니라 우수한 소자 특성 확보 측면에서 적용 가능성이 높아지고 있다. SEG 기술은 크게 LPCVD 방법에 의한 것과 UHV-CVD에 의한 방법으로 구분될 수 있으며 각각 고유의 장단점을 가지고 있다. 특히 LPCVD에 의한 SEG는 그 형성온도와 압력이 높고, 분해가 용이한 실리콘 반응물에 의해 형성된다는 점에서 공정최적화를 위한 열역학적 접근이 가능하다. 빠른 기상반응에 의한 실리콘 입자의 형성과 Charge에 의한 입자성장 조절은 새로운 SEG 기구의 기본으로서 기존의 형성기구에서 나타나는 열역학적 모순(thermodynamic paradox)를 해결하는 가능성을 제시한다. 본 연구에서는 공정마진 확보 측면과 질화막에 대한 선택성이 우수한 LPCVD에 의한 SEG 공정최적화를 시도하였고, 그 결과를 100nm DRAM cell 구조에서 실리콘 콘택에 적용하였다. SEG process diagram에 대한 loading 효과의 적용으로 미세 패턴에서의 이러한 문제들(선택성 상실, loading 효과, facet 생성)을 효과적으로 해결하여 SEG 공정 최적화를 기할 수 있었다. 한편, 고온 SEG 공정에 대한 부담(thermal budget)은 dopant의 확산으로 이어져 소자의 특성 열화를 가져올 수 있을 것이라 예상되었지만, 특수하게 고안된 패턴에서의 test 결과 기존의 실리콘 박막 증착에서와 큰 유의차가 없음이 밝혀졌다. 실리콘 기판과의 단결정 계면은 기존 실리콘 콘택의 약 30% 수준의 낮은 접촉저항의 원인으로 작용하여 소자의 전체적인 전자 특성을 향상시킬 수 있었다.

#### 2. 실험방법

SEG는 LPCVD 방법에 의해 형성되었으며, 공정 조건은 Thermo-Calc에 의해 계산된 SEG process diagram을 활용하여 기본적으로 접근할 수 있었다. loading effect 인자는 기상 반응가능성과 실제 SEG가 성장하는 실리콘 면적을 고려하여 추가되었다. 실리콘 콘택 구조는 일반적인 DRAM의 FEP(front end process)로 얻었다. SEG에 의한 dopant 확산거동은 3차원적으로 bar type 산화막 패턴을 사용 SIMS로 분석하여 확인할 수 있었다. 그리고 전기적 특성 평가는 Kelvin method를 사용하였다.

#### 3. 실험결과

본 연구에서는 SEG 형성기구에 대한 정확한 이해를 토대로 SEG 공정 최적화와 소자 특성 평가를 다루었다. SEG의 여러 장점에도 불구하고, 집적소자에 적용을 어렵게 하였던 선택성 상실, loading 효과, facet 형성 같은 문제들이 해결될 수 있었다. 구조형성이나 공정단순화 우수한 소자특성을 보였으며, 이러한 결과는 향후 초미세 소자(나노전자소자)에의 SEG 적용 가능성을 높여줄 것이다.