

## 첨가 가스에 따른 고밀도 트렌치 식각특성 연구

김상기, 박건식, 구진근, 박훈수\*, 우종창, 박종문, 김보우, 강진영  
한국전자통신연구원, 위덕대학교\*

### A study of high density trench etching according to additive gas

Sang-Gi Kim, Kun Sik Park, Jin Gun Koo, Hoon Soo Park\*, Jong Moon Park,  
Jong Chang Woo, Bo Woo Kim and Jin Young Kang  
ETRI, Uiduk Univ.\*

**Abstract :** 고밀도 트렌치 공정을 위해 HBr 가스를 주로하고 CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub>, NF<sub>3</sub>, He-O<sub>2</sub> 등을 첨가 가스로 이용하여 트렌치 공정을 하였다. 트렌치 공정시 첨가가스 비에 따라 트렌치 형상이 다양하게 되었다. 이러한 형상은 트렌치 소자 제조시 트렌치 내부를 채울 경우 여러 가지 어려움이 발생되는데, 특히 트렌치 내부가 잘 채워지지 않고 void가 생길 경우 소자의 신뢰성에 많은 영향을 미칠 수 있다. 본 연구에서는 고밀도 트렌치를 병렬로 형성한 후 형성된 트렌치 내부를 잘 채울 수 있는 고밀도 트렌치 공정을 연구하였다. 트렌치 형성시 HBr을 주가스로 하고, NF<sub>3</sub>, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub> 를 비율을 각각 59:27:7:7로 했을 때 수십만 트렌치 형성 각도가 약 89°로 매우 좋은 형상을 얻었다.

**Key Words :** 트렌치, 식각

### 1. 서 론

소자의 발달과 디자인 룰 감소에 따라 소자 격리 및 미세 패턴 형성을 위한 식각기술 개발이 많이 요구되고 있다. 특히 휴대통신의 발달로 디스플레이 및 자동차용 전력소자의 수요가 날로 증대되고 있다. 그러나 메모리 소자의 기술에 비해 비메모리 분야에는 아직도 많은 기술 개발을 필요로 하고 있다. 특히 트렌치 기술을 이용한 고밀도 전력 소자를 제조하기 위해서는 식각기술이 매우 중요하다. 고밀도 트렌치 식각 기술은 식각 장비와 가스 종류 및 양에 따라 트렌치 형상이 민감하게 변한다. 이러한 공정 기술들은 많이 연구되고 개발 되어 있지만 트렌치 밀도에 따라 트렌치 형상이 변하는 것에 대한 연구는 많지 않다. 특히 실리콘 식각을 위한 에칭 가스들은 일반적으로 HBr, Cl<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub>, NH<sub>3</sub>, SiF<sub>4</sub>, CF<sub>4</sub> 등 여러 가스들을 혼합하여 특성에 맞는 조건을 개발하여 공정에 적용시키고 있다. 본 연구에서는 고밀도 트렌치 형성 후 트렌치 형성을 원만히 하기 위한 최적화 위해 식각 가스의 비 조정과 고밀도 트렌치 형성 후 내부 채움을 위한 형상을 최적화하였다.

본 연구에서는 수십만개의 트렌치를 병렬로 연결하여 트렌치 내부를 void 없이 채울 수 있는 고밀도 트렌치 형성 공정을 연구하였으며, 식각 가스로는 HBr, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub>, NF<sub>3</sub>, He-O<sub>2</sub> 등을 사용하였다.

### 2. 실험

본 실험은 대전류용 트렌치 게이트 전력소자를 제작하기 위해서는 수십만 개의 단위 트렌치를 병렬로 연결하는 고밀도 트렌치 공정을 형성해야 한다. 고밀도 트렌치를 형성하기 위해 트렌치 마스크로는 산화막을 사용하였으며, 트렌치 내부 채움 공정은 산화막과 다결정 실리콘박막을 사용하였다. 트렌치 형성시 주가스로 사용하는 HBr

을 사용하였고, 트렌치 형상 조정을 위해 첨가 가스로 CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub>, NF<sub>3</sub>, He-O<sub>2</sub> 등을 사용하였다. 식각장비는 MERIE 방식을 사용하였고, power 및 공정 챔브의 압력은 일정하게 유지하였다. 고밀도 트렌치 형성은 5인치 웨이퍼 전면에 형성하였다. 트렌치 폭은 약 1μm, 깊이는 약 2μm 식각하였다. 그림 1은 설계도에 딸 형성된 고밀도 트렌치 식각을 형성하고 난 후의 평면 사진이다.

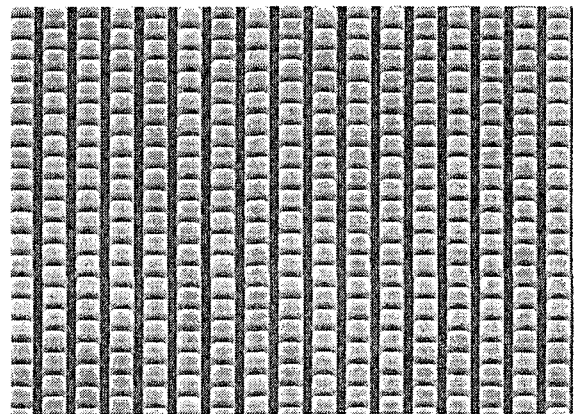


그림 1. 고밀도 트렌치 형성 구조.

### 3. 결과 및 검토

그림 2는 첨가가스에 따른 고밀도 트렌치 단면구조를 나타낸 것이다. (a)는 식각 가스비는 HBr:NF<sub>3</sub>:CF<sub>4</sub>:HeO<sub>2</sub> 비가 62:23:8:8이고, 트렌치 형상은 향아리 모양으로 되었으며, 식각율은 분당 920nm이다. (b)의 식각 가스비는 HBr:NF<sub>3</sub>:CF<sub>4</sub>:HeO<sub>2</sub> 비가 56:24:10:10이고 트렌치 형상 각도는 84도이고, 식각율은 분당 690nm이다. (c)의 식각 가스비는 HBr:NF<sub>3</sub>:CF<sub>4</sub>:HeO<sub>2</sub> 비가 59:27:7:7이고 트렌치 형상 각도는 90도이고 식각율은 분당 630nm이다. (d)의 식각 가스비는 HBr:NF<sub>3</sub>:CF<sub>4</sub>:SiF<sub>4</sub> 비가 59:27:7:7로 트렌치 형상 각도

는 89도이고, 식각율은 분당 700nm이다.

실험결과에서 그림 2의 (d)일 경우 트렌치 내부에 void가 없이 잘 채울 수 있으며 트렌치를 이용한 전력소자 제조시 가장 좋은 특성을 얻을 수 있다. 그림 3은 최적조건에서 고밀도 트렌치 형성 및 트렌치 내부를 채운후의 사진이다. 사진에서와 같이 여러 개의 트렌치가 잘 형성되고 채워졌음을 알 수 있다.

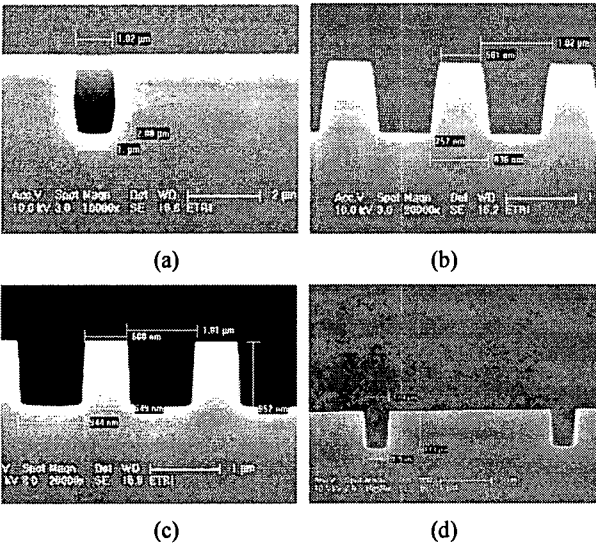


그림 2. 첨가가스에 다른 고밀도 트렌치 단면구조.

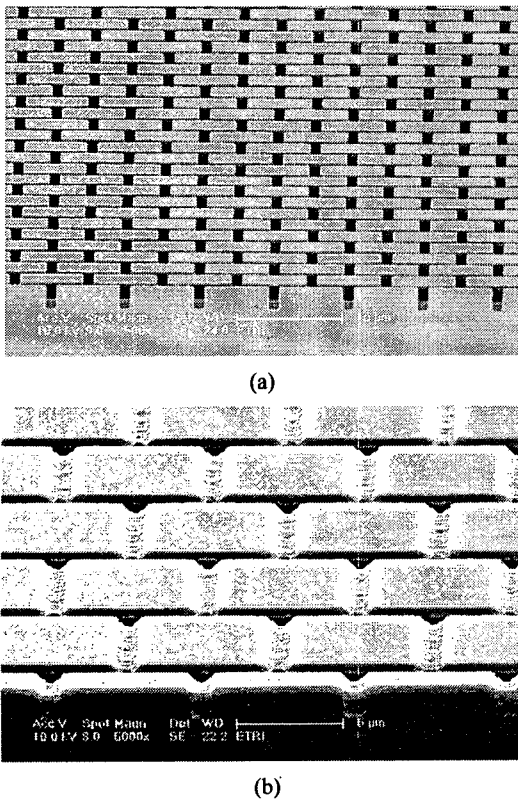


그림 3. 고밀도 트렌치 형성 및 채움 단면구조.

#### 4. 결론

본 연구에서는 수십만개의 트렌치를 병렬로 연결된 고밀도 트렌치 형성시 트렌치 내부를 void 없이 잘 채우기 위해 트렌치 형성 각도 및 모양을 중요시 하였다. 최적의 고밀도 트렌치 형성을 위해 식각 가스는 HBr을 주가스로 하고 NF<sub>3</sub>, CF<sub>4</sub>, SiF<sub>4</sub> 를 59:27:7:7의 비율로 첨가 했을 때 고밀도 트렌치 형상이 매우 양호했으며, 트렌치 형성 각도가 약 89°로 트렌치 내부 채움에도 전혀 void이 없이 잘 채워졌다.

#### 감사의 글

본 연구는 지식경제부의 연구비 지원에 의한 것입니다.

#### 참고 문헌

- [1] Sang-Gi Kim, Jongdae Kim, Jin Gun Koo, Kee Soo Nam, "A Novel Trench Formation and Planarization Technique using Positive Etching and CMP for Smart Power ICs", Proc. of the 10th ISPSD'98, p. 367, Kyoto Japan, 1998.
- [2] Sang-Gi Kim, Tae Moon Roh, Jongdae Kim, Il Young Park, Ju Wook Lee, Jin Gun Koo, and Kyoung Ik Cho, "Behavior of Trench Surface by H<sub>2</sub> Annealing for Reliable Trench Gate Oxide", Journal of Crystal Growth, Vol. 255, p. 123, 2003.
- [3] Jongdae Kim, Tae Moon Roh, Sang-Gi Kim, Il-Yong Park, Yil Suk Yang, Dae Woo Lee, Kyoung-Ik Cho, and Young Il Kang, "A Novel Process for Fabricating High Density Trench MOSFETs for DC-DC Converters", ETRI Journal, Vol. 24, No. 5, p. 333, 2002.