

MOS 구조에서 얇은 유전막의 공정 특성

임금용, 오환술*

성남기능대학, 건국대학교*

Process Characteristics of Thin Dielectric at MOS Structure

Gum-Yong Eom, Hwan-Sool Oh

Abstract

Currently, for satisfying the needs of scaled MOSFET's a high quality thin oxide dielectric is desired because the properties of conventional SiO₂ film are not acceptable for these very small sized transistors. As an alternative gate dielectric have drawn considerable alternation due to their superior performance and reliability properties over conventional SiO₂, to obtain the superior characteristics of ultra thin dielectric films, N₂O grown thin oxynitride has been proposed as a dielectric growth/anneal ambient.

In this study the authors observed process characteristics of N₂O grown thin dielectric. In view points of the process characteristics of MOS capacitor, the sheet resistance of 4.07[Ω /sq.], the film stress of 1.009e¹⁰[dyne/cm²], the threshold voltage(V_t) of 0.39[V], the breakdown voltage(BV[V]) of 11.45[V] was measured in PMOS. I could achieve improved electrical characteristics and reliability for deep submicron MOSFET devices with N₂O thin oxide.

1. 서론

현재 MOSFET[1]의 집적도가 증가함에 따라 유전체 박막에 대한 고 품질 특성이 요구되고 있다 [2]. 그러나 현재의 열산화막 형성방법으로 형성되는 SiO₂ 유전박막은 고집적도 트랜지스터의 특성을 만족치 못하고 있어 O₂ 분위기의 열산화막 형성방법으로 형성되는 유전박막의 특성을 대체하고 우수한 공정특성과 신뢰성을 확보할 수 있는 유전박막특성이 요구되고 있다.

본 연구는 고품질 유전박막으로 N₂O 성장방법에 의한 얇은 유전체박막을 성장하였다. N₂O 유전체 박막으로 성장된 MOS 구조에서 면저항값을 측정하여 4.07[Ω /sq.]을 얻었으며 물질의 격자구조 변화나 열처리에 의한 열적 사이클변화 등의 의존특성을 가지는 필름스트레스는 1.009e¹⁰ [dyne/cm²]을 얻었다. MOS 커패시터에 대한 임계전압값은 0.382[V], 절연 파괴특성은 11.45[V]를 얻어 N₂O 유전박막에 대한 우수한 전기적특성과 신뢰성 확보 특성을 확인 할 수 있었다.

2. 실험

2.1 실험장치

본 연구는 저항값이 8~10 Ω.cm(Prime), P형(100), 웨이퍼를 사용하였으며 표면을 RCA 세정방법을 통하여 자연산화막을 제거한 후 유전박막은 O₂와 N₂O 분위기, 1050℃에서 30Å을 성장[3] 하였다. 유전박막 성장 후 다결정 실리콘 1500Å을 성장하고 티타늄실리사이드 형성공정[4]을 통하여 최종 MOS 커패시터의 전극을 형성하였다. 이때 소자분리구조는 LOCOS 방법과 STI(Shallow Trench Isolation) 방법으로 형성하여 N₂O 산화막의 특성을 비교 하고자 하였다. MOS 커패시터의 특성으로는 면저항값[Ω /sq.]과 필름의 스트레스[dyne/cm²], 임계전압값[V], 절연파괴전압값[V]을 측정하여 전기적특성과 신뢰성 특성을 비교 분석 하였다.

3. 결과 및 고찰

그림1은 유전박막에 대한 면저항값을 나타내었다. X축은 티타늄실리사이드 형성 열처리공정 시간을 나타낸다. 면저항값은 필름내의 과잉(Excess) Si 위상(Phase)의 존재정도, 즉 Si-rich와 유전박막의 전극 성장 시 생성되는 침전물이나 미 반응물질 등에 의하여 결정된다. 소자분리 STI의 경우 LOCOS에 비하여 면저항값이 적게 나타났으며 열처리시간 20초에 대하여 4.07[Ω /sq.]을 나타내었다.

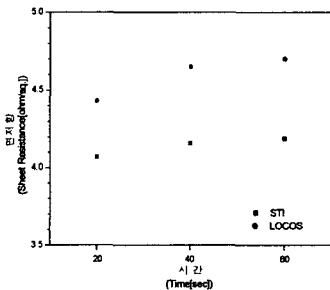


그림 1. TiSi₂ 열처리시간변화에 대한 면저항.

그림2는 유전박막의 스트레스값을 나타내었다. STI의 경우 티타늄실리사이드 형성 열처리공정시간에 대하여 큰 변화를 나타내지 않았으며 열처리시간 20초에서 1.009e¹⁰[dyne/cm²]으로 낮은 값을

나타내었다.

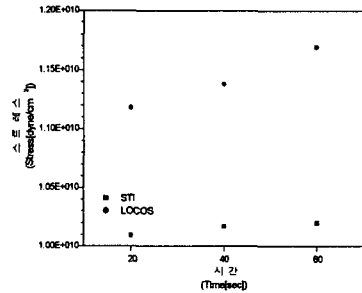


그림 2. TiSi₂ 열처리시간변화에 대한 스트레스.

그림3은 MOS 커패시터의 임계전압값을 나타내었다. STI의 경우 열처리시간 20초에서 0.382[V]로 낮은 값을 나타내었다. 임계전압값은 다결정실리콘이나 TiSi₂ 형성 열처리온도의 증가나 산화막의 두께 의존성이 크게 나타나는데 각 경우 열처리시간이 증가하면 임계전압값도 증가하는 결과를 나타내었다.

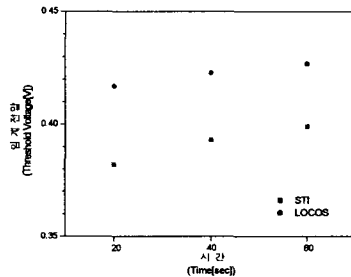


그림 3. TiSi₂ 열처리시간변화에 대한 임계전압.

그림4는 MOS 커패시터의 절연파괴전압값을 나타내었다. 이때 절연파괴전압 측정 시 가해지는 전류값의 변화 100[nA], 2500[nA]에 대하여는 큰 특성차이를 나타내지 않았으며 STI에서 큰 절연파괴전압값을 나타내었다. 이러한 특성은 STI의 경우 Si/SiO₂ 계면의 포획밀도 차와 가장자리(Edge)에서의 임계전압값의 감소효과, 채널영역의 확보(narrow Channel Effect 개선) 효과 등에 의한 결과로 사료되며 고집적 MOSFET 제작 시 소자분리는 STI로 하고 N₂O 방법의 유전박막을 형성하

는 것이 전기적특성 면에서 우수한 결과를 얻을 수 있음을 의미하는 것으로 사료된다.

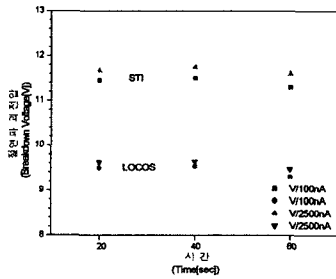


그림 4. 전류변화에 대한 절연파괴전압.

4. 결 론

최근 MOSFET 소자의 집적도가 증가함에 따라 요구되고 있는 양질의 유전박막특성을 얻기 위하여 N_2O 분위기에서 유전체 박막 30Å을 성장 하였다. 소자분리는 LOCOS 구조와 STI 구조를 성장 시켰으며 소자분리구조위에 성장된 N_2O 유전박막에 대하여 티타늄실리사이드 형성공정의 열처리 시간변화에 대한 유전박막의 특성을 측정하였다. 소자분리 LOCOS 구조에 비하여 STI 구조위에 성장된 N_2O 유전박막의 경우 낮은 저항값과 적은 스트레스값을 얻었으며 전기적인특성과 신뢰성특성에서도 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

이러한 결과로부터 소자분리는 STI 구조로 하고 N_2O 유전박막을 형성한 후 실리사이드공정을 통하여 MOSFET 소자를 형성하면 고 집적소자에서 요구되는 전기적인특성과 신뢰성특성을 얻을 수 있을것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] Gum Yong Eom, and Hwan Sool Oh, "Improvement of Electrical Properties in sub- $0.1\mu m$ MOSFETs with a Novel Shallow Trench Isolation Structure", JKPS, Vol. 43, No. 1, p. 102, 2003.

[2] Gum Yong Eom, and Hwan Sool Oh, "Improvement of sub $0.1\mu m$ VLSI Device Quality Using a Novel Titanium Silicide Formation Process", JKPS, Vol. 40, No. 2, p. 335, 2002.

[3] 엄금용, "얇은 게이트 산화막 30Å에 대한 박막특성 개선 연구", 전기전자재료학회, Vol. 5, No. 1, p. 421, 2004.

[4] 엄금용, 오환술 "새로운 티타늄 셀리사이드 공정과 STI를 이용한 서브 $0.1\mu m$ ULSI급 소자의 특성연구", 전자공학회, Vol. 39-SD, No. 1, p. 1, 2002.